

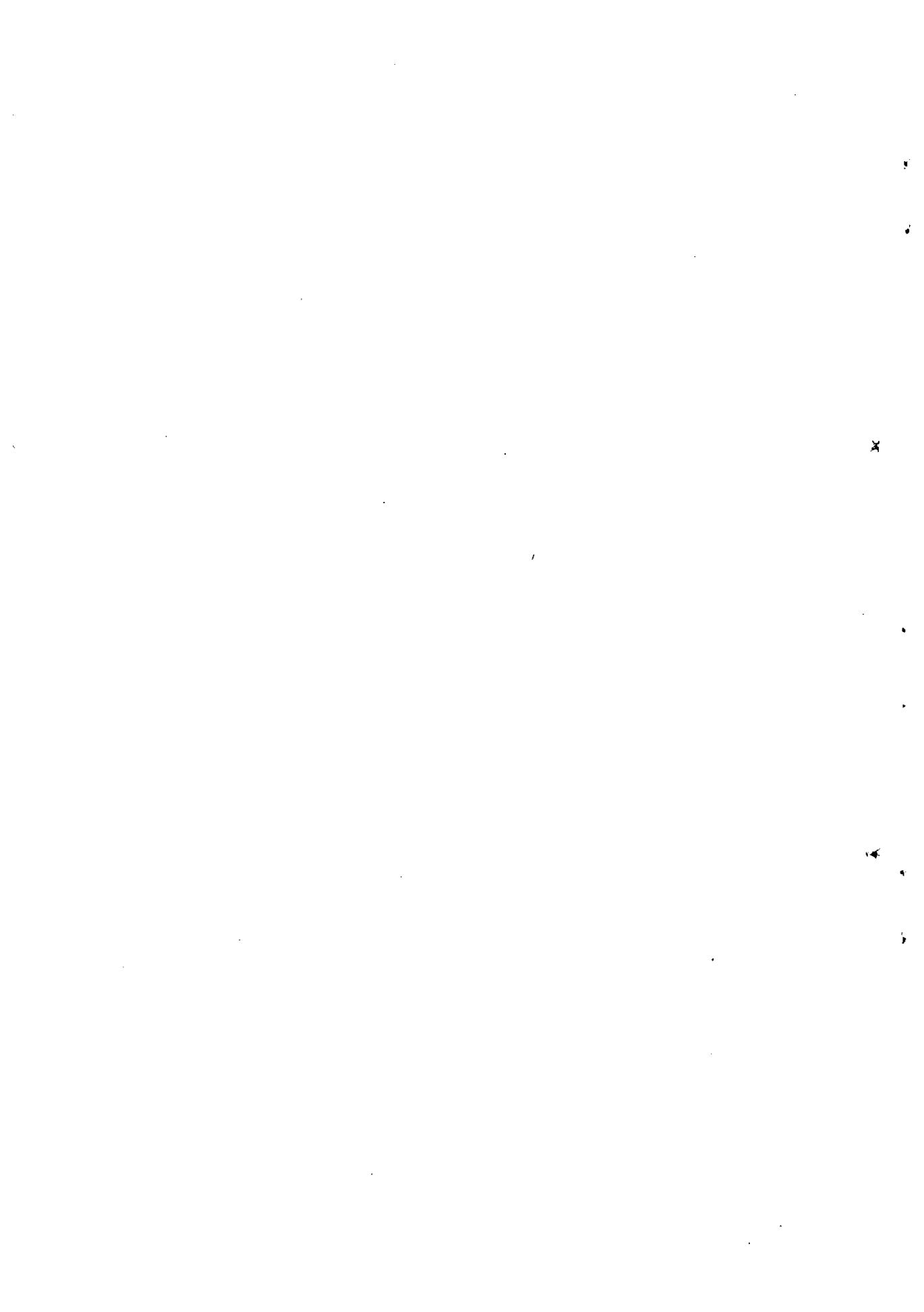
りんご園土壤管理法としての草生敷草法に関する研究

目 次

緒 言	1
第1章 我国における草生栽培実施上の問題点	4
緒 言	4
I 調査りんご園の概況及び調査項目	4
II 調査結果	6
1 土壌水分に及ぼす草生栽培の影響	2 土壌中窒素含量及び葉中成分含量に及ぼす
3 りんごの収量に及ぼす草生栽培の影響	草生栽培の影響
4 草生りんご園における赤クローバーの生育	5 草生りんご園における赤クローバーの根系
6 草生栽培とりんご病害虫発生との関係	について
III 考 察	13
IV 摘 要	16
第2章 草生栽培の欠点とその防止法について	17
緒 言	17
第1節 りんごと被覆作物との窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果	17
緒 言	17
I 尿素の葉面吸収について	17
1 実験方法	2 実験結果
(1) ポット試験	(1) ポット試験
(2) 園場試験	(2) 園場試験
3 考 察	4 摘 要
II 尿素葉面散布の実用化に関する試験	23
緒 言	23
1 尿素の葉剤混用散布がりんご樹に及ぼす影響	3 尿素の後期散布について
2 敷布尿素液の濃度と葉の薬害について	4 考 察
(1) 尿素の単用散布と葉の薬害	5 摘 要
(2) 尿素の混用散布と葉の薬害	
(3) 総 括	
III 草生りんご園の窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果	31
1 草生りんご園の葉中窒素成分含量に及ぼす	2 草生りんご園の樹勢恢復に及ぼす尿素葉面
尿素葉面散布の効果	散布の効果
3 考 察	4 摘 要
第2節 草生りんご園の窒素成分競奪防止に及ぼす草生敷草法の効果	33
1 実験方法	2 実験結果
3 考 察	4 摘 要
第3節 りんごと被覆作物との土壤水分競奪防止に及ぼす被覆作物の刈取効果に	
ついて	36
緒 言	36
1 実験方法	2 実験結果
3 考 察	4 摘 要

第3章 草生栽培の利点	43
緒　言	43
第1節 土壤侵蝕防止と草生栽培	43
緒　言	43
I 傾斜地りんご園における土壤侵蝕の実態	43
1 調査地の概況	はす影響
2 調査方法	(3) りんご園生産力に及ぼす土壤侵蝕の影響
3 調査結果	4 考　察
(1) 土壤侵蝕状況	5 摘　要
(2) 土壤侵蝕が土壤の理化学的性質に及	
II 土壤侵蝕防止に対する草生栽培の効果について	50
緒　言	50
1 実験方法	ロ 融雪水による土壤流亡量及び流去水量
(1) 試験区の概要	ハ 総括
(2) 実験方法	(2) 装置 B
2 実験結果	イ 降雨水による土壤流亡量及び流去水量
(1) 装置 A	ロ 融雪水による土壤流亡量及び流去水量
イ 降雨水による土壤流亡量及び流去水 量	ハ 総括
3 考　察	3 考　察
4 摘　要	4 摘　要
第2節 りんご園の土壤構造に及ぼす草生栽培の影響について	66
緒　言	66
I りんご園土壤構造に及ぼす草生栽培の影響	67
1 実験方法	(2) 調査 2
2 実験結果	(3) 調査 3
(1) 調査 1	(4) 調査 4
イ 調査地の概要	(5) 調査 5
ロ 团粒分析	(6) 調査 6
ハ 草生、深耕三要素区の土壤中硝酸 態窒素の消長	(7) 調査 7
II 被覆作物の根群調査	72
1 調査方法	
2 調査結果	
III 考　察	74
IV 摘　要	75
第3節 りんご園の滲透溶脱におよぼす草生栽培の影響	75
緒　言	75
1 実験方法	(2) 滲透水とともに流亡した肥料成分量
2 実験結果	3 考　察
(1) 降水量および滲透水量	4 摘　要
第4章 りんご園被覆作物に関する研究	82
緒　言	82
1 調査方法	(2) りんご園における各被覆作物の生草収量

2 調査結果	(3) 総 括
(1) 普通畑状態における各被覆作物の生 草収量	3 考 察
	4 摘 要
第5章 草生敷草法の実施方法	86
緒 言	86
1 幼木園の草生敷草法	2 成木園の草生敷草法
第6章 総 括	88
引 用 文 献	89
Summary	93



りんご園土壤管理法としての草生敷草法に関する研究

渋川潤一

青森県りんご試験場

Studies on the sod-mulch system as a method of
soil management of the apple orchard

by
JUNICHI SHIBUKAWA
Aomori Apple Experiment Station

緒 言

果樹園の土壤管理法は、果樹の生長結実を最も良好にするように土壤を保つ方法を指すのであるから、耕耘、深耕、客土、灌漑、施肥までをも含むものであるが、普通には狭い意味で云う場合の方が多く、中耕、敷草、作物による土壤被覆等果樹園の土壤表面を保つ方法を意味するものである。

果樹園の土壤管理法を大別すれば、草生法（草生敷草法）、敷藁（草）法、裸地中耕法、中耕被覆作物法の4法となる。

草生法は、耕耘を行わず、樹下には多年生の草を生やして何年もそのままにしておく方法である。草は普通年間数回刈取られ、園外に持運ばれるか、刈取られた場所に敷草される。刈取られた草が園内に敷草される時には特に草生敷草法と呼ばれる。

敷藁（草）法は、藁稈類、乾草、刈草等で地表面特に樹冠下を覆う方法である。樹が小さい間は敷草材料を園内で自給出来るが、次第に間に合わなくなり、遂には園外から搬入するようになる。

裸地中耕法は、春秋に耕耘するほか、夏期に頻繁に中耕し、雑草その他の植生を許さない方法である。中耕が終った後は、翌春まで地表面は裸の状態におかれる。

中耕被覆作物法は、裸地中耕法の同類であるが、最後の中耕後被覆作物を樹間に播き、晩秋及び翌春これを鋤込む方法である。

これらの土壤管理法には、それぞれ利点及び欠点があるから、果樹の種類、土壤の性質、経営条件その他を考慮して、最も適した管理法を採用しなければならない。

土壤管理法の目的は果樹園地力の維持増進にあるから果樹栽培では非常に重要な事項であって、米国では早くから数多くの研究が行われている。次に米国における果

樹園土壤管理法の変遷にふれてみたい。⁽²⁹⁾

米国西部にまだ果樹地帯がなく、東部でも経済栽培が成立していなかった1800年代の後期までの土壤管理法は草生法であった。当時の草生法はいわゆる放任草生で、肥料も充分与えられていなかったため、果樹と被覆作物との間に養水分の競争、特に養分の競争が起り、葉色が悪くなり、果実も小さく、収量は激減し、桃その他の果樹に甚だしく弊害があらわれるようになった。

ここにおいてこれまでの放任草生は施肥を伴った草生法に移行し、被覆作物も、雑草をやめて禾本科及び莢科牧草を採用し、管理も周到に行われるようになったのでりんごや梨では、その欠点が部分的に或いは完全に除去され、今日では、米国東部のりんご地帯特に傾斜地りんご園において、土壤侵蝕防止の見地から広く奨励されている。

一方米国西部においては、生长期に降雨が少なく、草生法を実施すると養水分の競争が甚だしいので、年間数回中耕を実施し、果樹以外の植生を許さない裸地中耕法が発達した。この方法は草生による土壤水分の減少が少なく、土壤中腐植の分解に伴って可溶性窒素が増加するため、樹勢の恢復は非常に顕著であったので広く普及した。

しかしながら頻繁な中耕によって、特に温度の高い地方では腐植の分解が激しく、更に土壤表面は年中裸であるため、雨水による土壤の流亡が多く、次第に樹勢の衰弱をきたし、裸地中耕法は必ずしもよい方法ではないことが明らかになってきた。

ここにおいて中耕を或程度実施し、生育の後期には被覆作物で地表面を被覆し、晩秋及び翌春にこれを鋤込む中耕被覆作物法が各地で採用されるようになった。この

方法によって、樹勢は恢復し生産は増加したため、或地方ではこの方法こそ最良の土壤管理法であるとして普及したが、各地の試験成績を総合すると必ずしも最良の方法ではなかった。即ち、被覆作物の種類が適当でなく、その生育が悪い時は、土壤中の有機物は増加しないし、土壤侵蝕防止効果もまた薄いという欠点も認められた。

このため最近は、材料の入手難その他の理由によってこれまでその採用が疑問視されておった敷藁(草)法に関する研究が盛んに行われるようになった。

その結果、この方法は今日米国の果樹園で実施されている種々の土壤管理法の中で最良の方法であることが明らかになり、現在その実施面積は急激に増加し、特に傾斜地及び土壤水分の不足が生育の制限要素となっている地帯では広く採用されている。と同時にこの方法を実施するには大量の敷藁(草)材料を必要とするため、敷藁(草)材料を最も経済的に入手する手段として、草生園に肥料を豊富に施して被覆作物の生育を良好にし、これを敷藁(草)材料として利用する草生敷藁(草)法が急激に普及するに及んでいる。

以上米国における土壤管理法は、今日では敷藁(草)法及び草生敷草法の時代に入ったと云って過言ではない。

更にこの傾向は欧洲においても認められ、特に英国では、⁽¹⁰⁾施肥及び草の刈取回数を加減して養水分の競合を防ぐ永久草生敷草法が、多くの場合最良の土壤管理法であると考えられるにいたっている。

我国の果樹栽培はその歴史も浅く、土壤管理法も上述の諸外国におけるような発展経過をたどらなかつた。1900年代より1920年代まで、りんご栽培では、眞の土壤管理法は存在しなかつた。當時耕耘は殆んど行われず、肥料も一定の直径をもって輪状溝を掘って施す輪状施肥法であつた。

この施肥法では、根の養水分吸収は狭い範囲に限られ、施肥溝以外にある根群は施肥の恩恵をうけることが少なかつた。このように科学的土壤管理法が確立されておらなかつたため、地力は減耗し、りんごの樹勢は著しく衰弱した。ここにおいて島は、りんごの樹勢恢復と減収防止は科学的な土壤管理法の確立によって初めて達成出来るものであると説き、1921年りんご園の全國肥沃法を提倡した。⁽¹⁰⁸⁾

全國肥沃法の重要な作業は、輪状溝施肥をやめて肥料を全國に散布すること、これまで殆んど行われていなかつた全國の耕耘を実施すること、有機物の減耗を防ぐために堆肥を施すこと及び晩夏より秋にかけて被覆作物を播種し、これを晩秋或いは翌春に鋤込むことであり、諸外

国で広く実施されている中耕被覆作物法を中心とした土壤管理法であった。

また一方島は、傾斜地りんご園では、土壤侵蝕を防止するために、樹を中心にして、且傾斜に直角に幅1.5~2mの帯状草生地を作り、帯と帯との間は耕耘し、帯の草は刈取って敷草或いは鋤込む帯状土留法を提倡した、島の提唱により我国のりんご園に初めて科学的土壤管理法が導入され、肥料及び堆肥の全園散布と徹底的な中耕が実施されるようになつた。耕耘には畜力も利用され、りんご園では草一本もとどめないように年間10回以上に及ぶ中耕が行われた。長年月にわたり貯えられた土壤中有機物、与えられた堆肥及び肥料の分解は急速に進み、樹勢は非常に恢復した。また被覆作物としては綠肥大豆が採用され、これによって樹勢が恢復した好例も認められ、帯状土留法も一部農家によって試験的に実施されるようになった。

しかしながら、一般には中耕のみが実施され、被覆作物の導入は微々たるものであった。この原因としては、代表的被覆作物として奨励された綠肥大豆種子の自給が容易でなかつたこと、一般に密植の傾向がある我国のりんご園下では、綠肥大豆の生育は思わしくなく、その生草量10a当1,100kgをあげることは容易でなかつたこと、支那事変に始まつた戦争により食糧不足をきたし、綠肥大豆をりんご園で使用することが出来なくなつたことなどをあげなければならない。

しかし、それ以上に根本的な原因是、我国りんご栽培者の大多数は肥料に重点をおき、土壤に対して有機物を与えることの重要性を認識しなかつたこと及び果樹園土壤管理法について組織的な研究が全国的規模で行われなかつたことであつた。

更に戦争の影響により、りんごに対する肥料の配給は少くなり、堆肥等も重点的に水田、普通畑に与えられ、りんご園では有機物と肥料があまり与えられないで中耕のみが実施され、戦後数カ年間このような状態が引続いた。このために土壤中有機物の欠乏、傾斜地りんご園における土壤侵蝕の被害等、裸地中耕法累年の弊害があらわれるようになってきた。而して地力の減退は甚だしく、10a 当1,100kg程度の堆肥の使用、中耕被覆作物法の実施等のみでは容易に恢復出来ない園も各地に認められるようになつた。

ここにおいて我国果樹園界は、土壤を肥沃にし、かつ土壤侵蝕を防止出来る新しい土壤管理法を確立する必要に迫られ、欧米において普及している敷藁(草)法、草生法等の土壤管理法が問題となり、研究が行われるようになつた。

特に1931年、青森県りんご試験場長故須佐寅三郎によって設置され、今日まで継続実施されている青森県りんご試験場の自給肥料試験草生区の成績は、20カ年以上の期間にわたり深耕区に劣らない成績を示して果樹園芸界の注目をひくにいたり、草生敷草法に対する関心是非常に高まつてきた。

筆者は1948年以降青森県りんご試験場において、りんご園土壤管理法としての草生敷草法に関する研究を実施しているが、最近漸く実用化の目的を達し、この土壤管理法は青森県のみならず全国りんご園に普及し、好成績をあげるまでにいたつたので、これまでの試験経過を取締めて公表することにした。

なお本研究は数多くの職員との共同研究である。その氏名を列挙すれば次のとおりである。

共同研究者氏名

第1章 細貝節夫 成田 浩 江渡達男 外川鉄男
立石政喜

第2章

第1節 成田 浩 外川鉄男
第2節 相馬盛雄 泉谷文足
第3節 福島住雄 石塚亮一

第3章

第1節

I 相馬盛雄 外川鉄男 細貝節夫
II 相馬盛雄 泉谷文足 一木 茂
外川鉄男

第2節 長井晃四郎 外川鉄男 江渡達男

第3節 相馬盛雄 泉谷文足 一木 茂

第4章 外川鉄男

謝 辞

本研究実施に際し、恩師北海道大学名誉教授島善鄰博士、恩師北海道大学教授沢田英吉博士並びに前青森県りんご試験場長月足憲正氏、青森県りんご試験場長木村甚弥博士、東京大学名誉教授浅見与七博士、千葉大学教授永沢勝雄博士、農林省園芸試験場盛岡支場長森英男博士の御指導を忝うした。

成績の取締めにあたっては北海道大学教授沢田英吉博士、同教授石塚喜明博士、同教授田川隆博士、青森県りんご試験場長木村甚弥博士の御配慮を煩わした。

また研究の遂行にあたっては、元青森県りんご試験場技師後沢憲志博士並びに元農林省東北農業試験場技官北岸確三氏の御指導を得た。

更に青森県りんご協会、青森県りんご草生栽培研究協力会々員の絶大なる御支援と御協力を得た。

ここに各位に対し深甚の謝意を表する次第である。

本研究中、1951年から1956年までの研究は、農林省応用科学研究費の助成によって実施されたものである。最後に我国において、初めてりんごの草生栽培に関する研究を実施し、今日の基礎を樹立した青森県りんご試験場初代場長故須佐寅三郎氏の御先見と御努力にたいし万能の敬意を表し、御冥福を御祈りする。

第1章 我国における草生栽培実施上の問題点

共同研究者

細貝節夫 成田 浩 江渡達男 外川鉄男 立石政喜

緒 言

我が国の果樹園土壌管理法はこれまで深耕法に終始したため、草生法、敷藁(草)法に関する研究は最近まで殆ど実施されなかつた。

しかしながらりんごについては、北海道大学農学部、青森県りんご試験場において早くから草生栽培に関する研究が実施され、特に青森県りんご試験場の永久草生区⁽⁸⁾は深耕区に劣らぬ成績を示した。

しかしながら、この試験に関する調査は20カ年以上の長きにわたり、ただ単に樹勢の観察、生育調査、収量等地上部に対して行われたに過ぎず、土壤、樹体栄養等に及ぼす草生栽培の影響に関する調査を欠いたため、何故草生区の成績が深耕区に劣らぬようになったのか、この成績を示すまでにどのような経過をたどったのか等については明らかにされていない点多かつた。

従つて、今後りんご園の新土壌管理法として草生法或

いは草生敷草法の実用化をはかるためには、この土壌管理法の利点、欠点が我国のりんご園においてどのような形であらわてくるか、また欠点があるとすればどのような手段で除去することが出来るかを明らかにしなければならない。

筆者等はこのような観点にたって、草生りんご園の実態調査を実施し、我国で草生栽培を実施した場合、解決を必要とする問題点を明らかにしようとした。

I 調査りんご園の概況及び調査項目

1948年11月、青森県りんご協会内に青森県りんご草生栽培研究会が設立され、会員は200名に達した。これらの会員は1949年4月から自園に面積10a以上の赤クローバー草生区をつくり、りんご試験場の調査に協力することになった。

筆者等はこれらの草生園中、11園を特に委託試験園に指定し、月1~2回現地に行き、主として草生、深耕両

第1表 試験場圃場及び委託試験園立地条件

試験地 番号	園の 所在地	園名	平地傾 斜地の 別	全面積 a	草生区 面積 a	草生区 品種	栽植距離 m	枝下の 高さ m	表土の 深さ cm	排水の 良否
1	黒石市	りんご試 1号園	平	500	30	デリシャス 光	6.4×6.4 ~7.3×7.3	0.6	18~21	良
2	黒石市	りんご試 2号園	平	200	30	国光 紅玉	8.2×8.2	0.6	18~21	良
3	藤崎町	唐牛	平	280	10	デリシャス	10.9×10.9	2.7~3.0	36	やや良
4	藤崎町	福田	平	240	200	国光、紅玉 デリシャス	6.4×6.4	1.5	30~46	良
5	弘前市	田村	平	120	10	国光	9.1×9.1	0.6~0.9	15~30	やや不良
6	弘前市	野呂	傾	60	20	国光	7.3×5.5	0.9	9	良
7	平賀町	工藤	傾	110	20	国光、紅玉 デリシャス	6.4×6.4	0.9~1.2	15~18	良
8	十和田市	中渡	傾	180	60	国光	7.3×7.3	0.9~1.5	24~30	良
9	八戸市	広沢	平	120	40	紅玉	7.3×7.3	1.2~1.5	15~30	良
10	弘前市	斎藤	傾	100	35	国光	7.3×7.3	0.9	15~30	良
11	弘前市	工藤	平	100	30	国光、紅玉	6.4×6.4	0.6	30	良
12	青森市	淡谷	傾	150	60	国光、紅玉 印度	6.4×6.4 ~12.7×12.7	1.5	21~39	やや良
13	尾上町	木村	平	100	20	国光、紅玉	8.2×8.2	1.2~1.5	24~36	良

区の土壤含水量、土壤中窒素含量、りんご葉中成分含量、りんごの樹勢、収量、被覆作物の生育及び病害虫の発生状況について調査を実施した。

次にその他の園については随時アンケート調査を行い、更に一部の園については、委託試験園同様諸種の調査及

び観察を実施した。

青森県りんご試験場及び委託試験園の立地条件、土壤の理化学的性質、被覆作物の耕種梗概は第1,2,3表のとおりである。

第2表 試験場圃場及び委託試験園の理化学的性質

試験地 番号	園名	土層 cm	土性	土色	P.I.	Eh	Eh6	水 分 容 量 (%)(答 率)	含空氣 孔隙量 (%)(答 率)	孔隙量 損失量	燃 熱 率 %	非毛管 水 分 量 (%)(答 率)	含空氣 孔隙量 (%)(答 率)	燃 熱 率 %	植 物 根 伸 長 性 質 %	全窒素 %	硝 酸 度 %	置換 度 %	
1	りんご試 験園	15 45 90	壤 砂 壤	黒 褐 土	1 5.20 5.37	565 560 522	517 530 492	62.75 56.02 56.02	69.00 59.01 59.01	29.44 51.54 49.27	17.28 -9.17 -9.17	17.85 6.11 2.12	6.66 10.53 0.36	11.48 9.47 0.63	0.57 0.50 0.26	0.178 0.194 0.142	9.04 10.40 1.02		
2	りんご骨 井	15 45 90	壤 砂 壤	黒 褐 土	1 5.05 5.29	580 560 555	523 537 512	35.26 60.54 23.20	61.90 67.77 54.34	29.36 -1.19 0.04	16.90 17.02 3.20	5.49 9.47 0.63	10.53 9.47 1.08	0.50 0.41 0.05	0.194 0.139 0.042	15.77 10.47 6.78			
3	唐牛	15 45 90	壤 砂 壤	黒 褐 土	1 6.00 6.00	400 450 425	394 449 449	38.88 38.88 30.64	42.09 59.55 57.82	15.12 27.16 -1.72	11.91 -1.72 3.71	13.11 4.04 0.31	1.28 4.04 0.42	2.18 0.74 0.74	0.21 0.15 0.08	0.469 0.322 0.314	0.69 3.84 5.20		
4	福田	15 45 90	壤 砂 壤	暗 黃 褐 土	1 6.73 6.60	475 480 425	534 524 462	35.84 21.64 9.33	48.37 56.20 57.88	20.11 36.24 1.68	55.95 36.24 0.34	3.57 3.75 0.11	0.64 0.40 0.11	1.11 0.69 0.11	0.19 0.369 0.276	4.97 4.70 5.43			
5	田村	15 45 90	壤 砂 壤	暗 黃 褐 土	8 5.93 6.00	445 445 510	445 444 508	27.63 27.56 55.23	53.54 68.74 53.38	47.80 -0.23 9.15	21.96 7.81 -1.85	16.30 7.34	5.01 0.49 0.25	8.64 0.48 0.34	0.48 0.10 0.07	0.183 0.210 0.191	1.36 8.37 11.08		
6	野呂	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	1 5.56 5.00 5.16	565 590 585	538 530 530	62.95 54.03 47.69	62.91 58.50 58.50	72.92 10.81 10.81	19.97 4.46 9.58	10.01 4.61 0.52	15.48 9.58 0.52	3.87 6.66 0.52	6.66 0.45 0.87	0.45 0.14 0.12	0.188 0.342 0.342	1.53 15.88	
7	工藤	15 45 90	壤 砂 壤	暗 黃 褐 土	12 5.16 4.40 4.40	430 450 426	381 323 399	27.81 32.03 35.40	54.86 57.46 58.15	60.40 50.65 53.02	12.88 18.63 17.62	-20.71 -5.13 -5.13	4.61 8.49 8.49	4.61 0.19 0.19	0.12 0.32 0.32	0.20 0.31 0.30	0.07 0.31 0.30	0.116 0.116 0.116	8.65 27.30 20.18
8	中渡	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	4 5.42 5.60 5.56	430 450 425	430 426 399	23.81 32.03 35.40	54.86 57.46 58.15	66.00 50.65 53.02	42.62 18.63 17.62	11.14 -1.80 -5.13	10.90 9.80 8.30	4.83 0.82 0.82	8.33 8.33 8.33	8.33 0.31 0.31	0.110 0.110 0.110	0.116 0.2541 0.2541	1.53 18.65
9	広沢	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	5 5.48 5.56 5.56	420 410 426	399 410 384	23.71 32.03 28.51	59.18 57.46 55.97	71.48 57.46 73.80	37.77 45.29 45.29	12.39 17.83 17.83	16.21 2.43 2.43	6.00 0.28 0.28	10.35 0.48 0.28	0.51 0.12 0.12	0.165 0.056 0.056	3.96 0.57 0.57	
10	斎藤	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	1 5.17 5.35 5.98	565 570 550	531 531 520	35.46 35.70 35.70	48.79 84.48 84.48	52.23 43.21 43.21	30.01 16.08 16.08	17.86 2.20 2.20	2.20 3.79 3.79	0.99 0.15 0.15	0.51 0.14 0.14	0.165 0.262 0.262	3.96 0.45 0.45		
11	工藤	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	1 5.45 5.50 5.50	550 585 535	523 45.11 45.11	35.46 57.56 49.16	42.54 52.24 49.16	39.22 49.16 49.16	19.22 -8.40 -8.40	6.32 3.74 3.74	10.90 0.83 0.83	0.55 1.41 1.41	0.29 0.04 0.04	0.295 0.128 0.128	2.71 7.29 7.29		
12	淡谷	15 45 90	壤 砂 壤	黑 褐 土	5 5.59 5.52 5.52	560 570 570	535 541 541	45.46 51.91 51.48	48.99 58.82 61.21	66.90 68.82 73.40	21.44 16.91 21.92	12.60 10.62 12.19	3.29 0.75 1.14	5.66 1.30 1.20	0.14 0.03 0.03	0.208 0.121 0.103	8.31 9.10 5.59		
13	木村	15 45 90	壤 砂 壤	暗 黃 褐 土	3 5.36 5.39 5.43	450 445 445	412 411 411	32.30 65.89 60.84	61.53 26.95 45.11	29.23 11.22 60.84	4.36 13.47 72.06	15.77 3.76 3.76	5.02 8.66 8.66	8.11 0.08 0.08	0.027 0.188 0.188	3.56 1.53 1.53			

* 森田義彦氏法 (66,67) によつた ** 乾土中% + 風乾土中%
土色は農林省試験研究機関連絡会議議事會編標準土色帳によつた
PH 及び Eh は電気式化学計器研究所製 PEH 計で測定した

第3表 委託試験園の被覆作物耕種梗概及び施肥量

試験地 番号	園名	被覆作物の種類	播種年月	播種方法	施肥量 (10a当成分kg) **			
					施肥年度	窒素	磷酸	加里
3	唐牛	赤クローバー	1949.6	散播	1949	16.5	9.0	9.0
					1950*	1.3	8.6	0
					1951	16.5	9.0	9.0
4	福田	白クローバー 赤クローバー	1949.4	々	1949	18.0	7.1	10.1
					1950	18.0	7.1	10.1
					1951	18.0	7.1	10.1
5	田村	赤クローバー	1949.5	々	1949	7.5	4.9	1.9
					1950	15.8	4.5	3.8
					1951	7.5	4.9	1.9
6	野呂	赤クローバー	1949.4	々	1949	16.9	7.5	14.3
					1950	16.9	7.5	14.3
					1951	16.9	7.5	14.3
7	工藤	白クローバー	1948.9	々	1949	12.0	5.6	1.1
					1950	12.0	5.6	1.1
					1951	13.1	4.5	0
8	中渡	赤クローバー	1948.9	々	1949	16.9	8.3	7.9
					1950	9.4	8.3	18.0
					1951	13.5	7.5	10.9
9	広沢	赤クローバー	1949.4	々	1949	15.0	6.4	13.1
					1950	15.0	6.4	13.1
					1951	21.8	7.5	15.0
10	斎藤	赤クローバー	1949.7	条播	1949	5.6	4.5	3.8
					1950	0.8	0	0
					1951	7.5	5.3	11.3
11	工藤	赤クローバー	1949.4	々	1949	15.8	4.9	10.9
					1950	15.8	4.9	14.6
					1951	4.5	0	0
12	淡谷	赤クローバー	1949.5	散播	1949	14.3	6.4	12.8
					1950	14.3	6.4	12.8
					1951	13.5	6.8	13.5
13	木村	赤クローバー	1950.4	条播	1950	21.8	8.6	17.3
					1951	19.5	10.9	18.4

* 草生区のみの施肥量である 清耕区には10a当成分量窒素15.0kg, 磷酸7.5kg, 加里13.1kgを与えた

**草生, 清耕両区とも *印を除き等量

りんご試験場第1号園, 2号園, 13・木村園の土壌は表層下30~60cmから20m以上まで砂礫層が引き続いた。青森県下で最も乾燥する地帯であり、4・福田園は表層下45cm以下は砂層~砂礫層が続き旱魃に弱く、乾燥時には適時灌水を行っている。

3・唐牛園は生産力の高い冲積土、8・中渡園は表層下30~60cmに栗砂と称する不良土層を有し、6・野呂園、7・工藤園は土壤侵蝕によって表土の大半を失った傾斜地りんご園、5・田村園は排水不良な火山灰土壤地帯を代表し、その他の園もそれぞれ特徴をもち、青森県りんご栽培各地帯を代表するものであった。

被覆作物は白クローバーを採用した7・工藤園、4・福田園(福田園は一部赤クローバーを採用)を除き赤クローバーで、大部分は1949年早春播種したが、1948年9月、1949年7月及び1950年4月に播種した園もあった。

肥料は草生、清耕両区とも殆んど同一量が与えられた。

II 調査結果

1 土壤水分に及ぼす草生栽培の影響

調査は1950, 1951の両年に実施した、両年の降水量を平年と比較すれば第4表のとおりである。

1950年は、4月中旬より5月上旬までの約1カ月間及び7月下旬より8月中旬まで、1951年は、8月中旬より9月中旬まで旱魃が続いた。

草生、清耕両区の土壌水分は、1950年5月から10月まで毎月20日に試験場1号園圃場及び5委託試験園、1協力園について、1951年は4月より9月まで毎月20日にりんご試験場1、2号園圃場及び4委託試験園について調査した。

土壤は各区とも20ヵ所に検土杖を挿込んで所定の深さから採取し、大型秤量管(内径3.5cm×7.0cm)に入れ常法に従って水分を測定し、その値は対乾土重量%で示した。両年両区の土壌含水量は第5,6表のとおりである。

第4表 降水量 青森県黒石市牡丹平

月 年	1			2			3			4			5			6		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1950	46.4	27.9	58.9	55.6	30.3	66.6	74.4	37.5	31.2	18.6	5.8	2.5	4.4	19.5	24.8	27.1	26.3	61.2
1951	43.7	29.9	55.7	83.5	34.1	5.9	33.2	13.3	11.3	21.0	17.8	13.6	1.6	13.8	11.5	47.0	33.9	17.5
平年*	38.9	44.8	41.0	41.2	38.4	33.1	25.1	24.3	25.5	18.5	17.3	27.7	18.2	20.3	20.7	20.1	21.9	34.0
月 年	7			8			9			10			11			12		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
1950	40.5	76.4	1.5	42.2	0	18.5	22.9	41.8	65.7	7.9	39.7	60.5	43.5	91.1	44.4	19.8	52.3	51.7
1951	18.2	17.8	47.7	37.1	0.2	3.2	43.5	9.5	20.6	22.7	72.1	24.3	139.1	24.3	60.3	30.6	34.2	38.1
平年*	31.2	52.2	37.9	35.7	37.9	59.3	51.3	75.3	35.2	21.7	33.9	37.0	34.1	55.5	34.3	35.1	34.4	37.9

* 平年は1931~1949年19カ年平均

第5表 草生、深耕両区の土壤含水量(対乾土重量%) 1950

試験地 番号	園名	土層 cm	5月		6月		7月		8月		9月		10月	
			草生	深耕										
1	りんご試 1号園	15	35.5	37.6	45.8	42.1	47.8	47.1	32.0	40.9	41.8	40.5	47.6	48.0
		45	36.1	36.3	51.2	59.8	48.0	54.5	42.1	44.6	42.0	46.2	51.0	49.0
3	唐牛	15	31.0	36.1	37.6	40.8	32.1	36.4	34.9	33.5	38.0	34.6	37.4	40.9
		45	33.4	36.3	42.1	43.2	38.2	40.1	37.4	38.3	40.2	39.8	38.5	41.6
4	福田	15	28.8	32.6	33.1	36.5	34.5	36.1	38.1	31.4	33.1	36.1	35.8	42.3
		45	32.1	43.4	35.6	40.6	37.1	35.0	38.3	34.6	32.4	38.5	41.2	45.1
5	田村	15	48.5	41.0	62.0	64.5	56.5	57.0	37.5	44.5	46.0	48.0	39.2	49.5
		45	46.5	50.5	53.5	61.0	39.5	46.0	44.5	49.5	45.5	56.5	47.5	50.5
6	野呂	15	34.5	47.5	43.8	47.1	43.5	39.4	33.1	42.5	41.1	45.2	37.4	39.1
		45	30.4	55.5	40.5	52.1	59.1	66.5	38.9	45.5	45.5	49.3	38.0	39.2
7	工藤	15	39.1	35.5	43.6	45.1	38.1	44.5	30.5	34.1	41.5	41.5	37.4	37.4
		45	40.3	34.5	45.3	46.1	43.2	44.1	36.5	37.6	47.1	41.5	44.5	42.1
11	工藤	15	31.2	32.4	42.1	50.4	50.8	48.2	36.1	42.1	39.6	44.1	40.0	44.6
		45	36.2	42.1	44.5	63.9	52.9	43.1	43.8	42.4	45.6	43.3	40.3	45.5

第6表 草生、深耕両区の土壤含水量(対乾土重量%) 1951

試験地 番号	園名	土層 cm	4月		5月		7月		8月		9月	
			草生	深耕								
1	りんご試 1号園	15	45.6	43.8	36.0	48.9	33.1	36.5			25.6	35.3
		45	52.2	53.5	52.4	51.9	31.6	44.5			35.3	31.3
		90	41.1	46.6	41.7	52.4	26.4	30.9			16.3	16.5
2	りんご試 2号園	15	43.1	40.2	30.4	44.2	31.8	50.2	38.7	35.6	28.1	32.2
		45	48.6	61.0	33.5	65.3	45.8	59.3	47.7	53.9	34.1	33.7
		90	29.3	25.3	60.6	48.3	26.9	26.0	21.1	32.3	9.8	21.0

試験地番号	園名	土層cm	4月		5月		7月		8月		9月	
			草生	清耕	草生	清耕	草生	清耕	草生	清耕	草生	清耕
3	唐牛	15	27.3	30.6	27.0	24.1	32.2	38.9	29.4	27.2	31.9	36.3
		45	33.9	40.9	28.3	22.8	37.7	38.7	31.0	34.6	32.6	30.7
		90	42.4	43.8	44.8	46.9	36.7	45.8	30.9	35.5	37.9	34.9
4	福田	15	38.2	35.1	16.2	25.2			21.9	32.1	31.1	31.8
		45	38.6	37.9	39.3	37.3			32.9	28.6	35.3	34.7
		90	49.6	43.7	26.3	47.1			10.9	42.1	*60.7	54.0
5	田村	15	58.8	62.4	54.4	48.7	75.0	70.8			24.6	20.8
		45	55.3	49.9	63.1	46.7	47.2	67.1			25.2	27.0
		90	38.2	47.6	36.7	39.8	40.0	41.4			30.7	30.5
7	工藤	15	36.6	29.9	34.0	28.5	21.3	33.9	25.0	23.9	34.1	38.8
		45	46.6	34.8	36.4	35.7	40.0	38.1	25.5	27.1	36.2	38.8
		90	58.7	35.4	44.4	45.2	34.4	40.9	29.1	28.0	29.3	37.5

* 灌水3日後

1950年の成績によると、草生区の土壤水分含量は、一般的には清耕区に比較して少ない傾向が認められたが、その程度は園によって非常に異なっていた。即ち、清耕、草生両区間に土壤水分の差が各時期とも実質的には認められなかつた園は、りんご試3・唐牛園、5・田村園、7・工藤園の4園、5月旱魃時に顯著に差の認められた園は6・野呂園、11・工藤園、4・福田園で、6・野呂園では15cm、45cm両土層において差が認められ、11・工藤園、4・福田園では15cm土層では殆んどその差は認められず、45cm土層において大差が認められた。1950年の4月中旬から5月上旬までの旱魃は極めて激しく、1ヵ月間の雨量は僅か12.7mmに過ぎず、黒石における気象調査年数39年の中でもただ一例でしかなかつた。

加うるに異常な高温が引続いた。この旱魃は、5月末よりの降雨によって漸く終つたが、5月末より県下各地に散在する草生園の葉色は、清耕区に比較して殆んど例外なく悪くなつた。

りんご試験場圃場及び委託試験園もその例に洩れず、各園の清耕区はいずれも正常と考えられる生育と葉色を示したにもかかわらず、草生区の葉色は非常に悪かつた。この原因としてあげられたのは、一般的には、異常旱魃によるりんごと被覆作物との水分競奪であった。

ところが前述の土壤含水量調査の結果からみれば、このことは必ずしもあたつていない。即ち6・野呂園、11・工藤園のように被覆作物とりんごとの間に水分競奪が引起され、明らかにこれが樹勢衰弱の原因になつたと考えられる園もあつた。

しかし3・唐牛園、5・田村園その他の園のように水分の

競奪は殆んど認められなかつたにもかかわらず、草生区の樹勢葉色は清耕区に比較して非常に劣る場合も認められ、これ等の園の草生区における樹勢衰弱の原因はりんごと被覆作物との養分競奪によるものではないかと考えられるにいたつた。

次に1951年度の調査結果について述べてみる。前年同様、3・唐牛園、5・田村園、7・工藤園においては、各調査時期とも両区間に実質的に土壤水分の差は認められなかつたが、りんご試2号園と4・福田園では90cm土層においてその差が甚だしかつた。

特にりんご試2号園では9月、90cm土層の水分は僅か9%まで低下し、落葉を引起し、収穫時における果実は清耕区に比較して非常に小さかつた(第7表)。

また1号園デリシャス草生園でも8月31日頃から落葉

第7表 収穫時における草生、清耕両区の果実重量(1箇当g)

区別	国光	紅玉
清耕	143.3	175.3
草生	134.9	153.6

第8表 1951年8月旱魃時における土壤含水量(対乾土重量%)

土層 区別	10cm	30cm	60cm	90cm
清耕	22.9	23.9	29.8	19.3
草生	16.7	19.3	24.7	17.5

8月31日 りんご試1号園

が始まった。デリシャス闇は全園草生状態であったため、落葉しなかつた隣接清耕園光畠場と土壤水分を比較したところ、長期の旱魃により、草生、清耕両区とも土壤水分の減少は著しかったが、草生区の水分減少は顕著であった（第8表）。

以上2カ年の調査により、被覆作物とりんごの水分競争の程度は、土壤型によって差のあることが明らかになつた。即ち、土壤水分の豊富な冲積土その他の土壤ではりんごと被覆作物との水分競争は殆んど問題にならないし、降雨の多い時期には、乾燥地においても水分競争の心配は少なかつた。しかし旱魃時及び旱魃が長引くにつれて、乾燥地及び土壤侵蝕その他によって土性の悪変しているりんご園では水分の競合が甚だしく、養分の競合もこれに伴うためりんごの樹勢に悪影響を及ぼした。

2 土壤中窒素含量及び葉中成分含量に及ぼす草生栽培の影響

（1）土壤中窒素含量に及ぼす草生栽培の影響

第9表 清耕、草生両区の土壤中アンモニア態窒素の時期別消長（乾土100g中のmg数） 1950

月 日 土 層 cm	区別	4.10	5.10	6.10	7.10	8.10	9.10	10.10
		清耕	草生	清耕	草生	清耕	草生	清耕
15	清耕	4.75	47.53	6.31	5.13	4.97	3.11	1.72
	草生	2.81	41.65	4.72	3.33	4.45	1.76	0.74
45	清耕	3.10	38.07	4.84	5.40	3.74	2.41	0.75
	草生	2.11	40.34	4.84	4.34	3.49	1.94	1.07

第10表 清耕、草生両区の土壤中硝酸態窒素の時期別消長（乾土100g中のmg数） 1950

月 日 土 層 cm	区別	4.10	5.10	6.10	7.10	8.10	9.10	10.10
		清耕	草生	清耕	草生	清耕	草生	清耕
15	清耕	0.15	1.06	0.92	2.40	4.69	4.15	6.10
	草生	0.11	0.26	0.72	0.37	0.31	1.44	0.38
45	清耕	0.15	0.31	2.11	0.66	3.13	1.44	0.97
	草生	0.15	0.26	1.32	0.49	0.43	0.61	0.32

第11表 清耕、草生両区の土壤含水量の時期別消長（対乾土重量%） 1950

月 日 土 層 cm	区別	4.10	5.10	6.10	7.10
		清耕	草生	清耕	草生
15	清耕	42.5	32.6	31.1	35.1
	草生	41.5	31.0	30.0	34.9
45	清耕	47.8	38.5	38.5	45.0
	草生	49.0	44.8	40.5	45.1

両区の土壤含水量の差は殆んど認められなかつたが、草生区の土壤中アンモニア態及び硝酸態窒素含量は清耕

1950年、りんご試験場1号園内の清耕、草生両りんご園土壤について、土壤中アンモニア態窒素、硝酸態窒素含量及び土壤含水量を調査した。

被覆作物は赤クローバーで、1949年4月全面に播種した。草生3区、清耕3区、1区の面積は6.4a、樹令は1950年で10年生、品種は国光及び紅玉で肥料は両区とも成分量10a当窒素7.5kgを硫安で、磷酸3.75kgを過磷酸石灰で、カリ7.5kgを硫酸カリで施した。

赤クローバーの生育は非常に旺盛で、1950年の生草収量は10a当4,500kgに達し、6月1日、8月1日、10月1日の3回刈取り敷草した。草生区りんご樹の生育は清耕区に比較して劣り、特に5月下旬の葉色は非常に悪かった。

土壤は1区について5カ所、地表下15cm及び45cm土層から4月より10月まで毎月1回採集し、常法に従って土壤中アンモニア態及び硝酸態窒素含量を測定した。一方4月10日、5月10日、6月10日、7月10日には、土壤含水量をも測定した。その結果は第9、10、11表のとおりである。

区に比較して少なく、特に硝酸態窒素において著しかつた。従つてこの場合草生区の樹勢衰弱の原因は、被覆作物とりんごとの水分競争によるものではなく、養分特に窒素成分の競争によるものと考えられた。

（2）葉中成分含量に及ぼす草生栽培の影響

1950年の調査によって、草生区の土壤中窒素含量は清耕区に比較して少なく、これが樹勢に大きな影響を及ぼしているように観察されたので、1951年度は葉分析を実

施し、りんごと被覆作物との養分競争の実態を明らかにしようと試みた。

調査は3草生りんご園について実施した。A園は委託試験地4・唐牛園で土壤は沖積土、品種はスターキングであり、1949年6月赤クローバーを全面に播種した。1950年度の草生区りんごの葉色、樹勢は清耕区に比較して非常に悪く、りんごの収量も清耕区に比較して少なかったが、1951年の葉色、樹勢も1950年同様、清耕区に比較して悪かった。

B園は台地、土壤は火山灰土、品種は国光、樹令約40年で1950年早春赤クローバーを播種した。

C園は表土の大半を流失した傾斜地風光園で、樹令は約45年、1950年早春赤クローバーを播種した。B、C園とも1951年の草生区の樹勢は清耕区に比較して劣るよう监察された。3園とも肥料は清耕、草生両区とも同量与えられた(A園は10a当成分量窒素16.5kg、磷酸9.0kg、加里9.0kg、B、C園は窒素15kg、磷酸7.5kg、加里15kgをそれぞれ疏安、過磷酸石灰、硫酸加里で与えられた)。

草生、清耕両区に調査樹3本宛をおき、6月2回、7月1回、9月1回計4回採葉した。生育中庸の不着果新梢のはば中央部から1葉宛、1樹10葉計30葉を採葉後、表面に附着している薬剤その他を除くため1%醋酸液で洗滌し、更に水道水で水洗した。次に中肋を除き、50°C~60°Cの通風乾燥機で乾燥し、粉碎器で細粉とした後1mmの篩で篩別し共広瓶に密栓保存した。

分析は次の方法によって実施した。

N 乾燥した試料0.5gをとりKjeldahl法によつて分析した。

灰化 乾燥した試料2gを磁製ルツボにとり、450°Cの電気炉中に一夜いれて灰化した。灰分は1N HNO₃5mlを加えて溶解し、濾液を100ml定容フラスコに集め、メチルレッドを指示薬として2N Na₂CO₃で中和した後定容とし、この一部をとつてP及びKの分析に供した。

P 供試液25mlをとり、Lorenz法により分析した。

K 供試液25mlをとり、亜硝酸コバルト法(重量法)によつた。即ち供試液に10%醋酸液を加えて微酸性とし、濃度亜硝酸コバルトソーダ液20mlを加え、一夜放置し、生成した沈澱をガラス濾過器(1G4)で濾過し、10%醋酸液で数回、95%アルコールで3回、エーテルで2回洗滌し、100~110°Cで3時間乾燥、冷後秤量した。係数は0.1566を採用した。分析値は全て乾物中のN、P、K%としてあらわした。分析結果は第12、13、14表のとおりである。

亜硝酸コバルトソーダ液(30gの硝酸コバルトを60mlの水に溶解し、100mlの亜硝酸ソーダ飽和溶液と10mlの水酢酸を加え、2日後濾過する。着色瓶中に保存)20ml

第12表 清耕、草生両区の葉中成分含量(乾物中%)
A園 1951

月日	清耕			草生		
	N	P	K	N	P	K
6.6	3.34	0.33	1.36	3.12	0.34	1.33
7.4	3.52	0.25	1.48	3.28	0.24	1.38
7.30	3.46	0.22	1.31	3.06	0.22	1.23
9.16	3.36	0.18	1.22	2.94	0.17	1.18

第13表 清耕、草生両区の葉中成分含量(乾物中%)
B園 1951

月日	清耕			草生		
	N	P	K	N	P	K
6.8	3.58	0.31	1.93	3.16	0.30	2.07
6.29	3.45	0.23	1.55	3.00	0.23	1.36
7.26	3.00	0.19	1.12	2.86	0.18	1.14
9.13	2.78	0.15	1.23	2.27	0.14	1.01

第14表 清耕、草生両区の葉中成分含量(乾物中%)
C園 1951

月日	清耕			草生		
	N	P	K	N	P	K
6.9	3.46	0.32	2.16	3.14	0.31	2.10
6.30	3.28	0.27	2.11	2.90	0.27	1.94
7.31	3.14	0.18	1.45	2.66	0.19	1.62
9.15	2.82	0.15	1.32	2.50	0.15	1.41

これによると、葉中の燐及び加里含量については、両区間に殆ど差は認められなかつたが、窒素については3園とも草生区は清耕区に比較して明らかに低い含量を示した。

以上土壤調査及び葉分析の結果からりんごと被覆作物との養分競争の主体は窒素成分であることが明らかになつた。

3 りんごの収量に及ぼす草生栽培の影響

5委託試験園、1協力園の清耕、草生両区に各3本宛の調査樹を設け、収量及び果実の1個平均重量を調査した。調査は1950年及び1951年の両年実施する予定であったが、1951年は花芽不足により青森県のりんごは大不作で、調査各園地の収量も平年の3~7割に過ぎず、果実の不揃いが甚だしく、土壤管理法の相違と収量との関係を求めるることは不可能であったため、1950年度のみとした。調査結果は第15表のとおりである。

調査樹は出来るだけ樹勢の揃つたものを選んだが、樹冠容積に相違があるので、1樹平均の収量をもって草生栽培とりんご収量との関係を論ずる訳にはいかないが、唐牛、福田両園では、草生区の収量は清耕区に比較して

第15表 清耕、草生両区の収量と果実の1個平均重量 1950

区分	調査項目	園名		唐牛	福田	西村	工藤	野呂	斎藤
		1樹平均収量kg	1個平均重量g	251.6	135.7	156.3	222.8	186.6	243.0
清耕	1個平均重量g	230.9±0.81	175.0±0.94	140.2±0.67		158.1		150.4	219.9
	1樹平均収量kg	150.6	74.2	151.9		201.2		188.4	246.6
草生	1樹平均収量kg	203.0±0.78	157.0±0.81	124.2±0.55		159.9		142.9	223.2
	品種	デリシャス	国光	国光		国光		国光	国光

極端に少なかつた。

また斎藤、工藤両園を除く他の4園の草生区果実の1個平均重量は、清耕区に比較して小さく、特に唐牛園及び福田園において甚だしかつた。

前述土壤水分、葉分析の結果から考えれば、唐牛園の場合は、草生、清耕両区間に土壤水分の差は殆んど認められなかつたし、西村園は、前述委託試験園5・田村園と同一の土壤型で、土壤水分の豊富な園であるから、この両園における草生区の減収は、りんごと被覆作物との窒素成分競争によるものと考えられる。

特に唐牛園はこの年、草生区には10a当成分量窒素1.3

kg、磷酸8.6kgしか与えず、一方清耕区には10a当成分量窒素15kg、磷酸7.5kg、加里15kgを与えているから両区間に特に収量の差が大きくあらわれたものと考えられる。

次に福田園、野呂園の減収は窒素成分及び水分の双方の競争によって引起されたものと考えられる。

4 草生りんご園における赤クローバーの生育

1949年は8月1日、10月10日、1950、1951年は6月1日、8月1日、10月1日10a当10ヵ所(1区面積3.3m²)の刈取を行い、赤クローバーの生草収量を調査した。その結果は第16表のとおりである。

第16表 草生りんご園における赤クローバーの生草収量 (10a当kg)

調査年度	調査月日	園名		3・唐牛	4・福田	5・田村	6・野呂	8・中渡	9・広沢	10・斎藤	11・工藤	12・淡谷	13・木村
		8. 1	10. 10	1,688		1,500	1,125	1,500	1,125	750		1,688	1,275
1949	計	2,813			1,500	1,125	2,625	1,875			2,813	1,275	
	6. 1	4,313	3,750	2,228	2,025	3,690	4,545				3,375	3,375	
	8. 1	1,463	2,250	698	653	1,279	2,419	4,016	1,688	1,350			
	10. 1	1,125	1,538	450	630	510	889	1,500	1,463	1,125			
1950	計	6,901	7,538	3,376	3,308	5,479	7,853	5,516	6,526	5,850			
	6. 1	1,856	1,125	1,395	1,688	2,363	3,656	3,750	3,000	683			
	8. 1	990	1,313	1,054	825	1,643	2,700	3,000	2,625	439	2,093		
	10. 1		1,313	458	713	881	1,969		1,313	398	911		
1951	計	2,846	3,751	2,907	3,226	4,887	8,325	6,750	6,938	1,520	3,004		
	3カ年合計	12,560		7,783	7,659	12,991	18,053		16,277	8,645			
	3カ年平均	4,186		2,594	2,553	4,330	6,017		5,409	2,882			

播種当年の1949年は、赤クローバーと他雑草との競合甚だしく、その生草収量の明らかでなかった園もあったが、その年間生草収量は 10a 当 1,125~2,813kg、平均 2,003kg であった。

1950 年以降の赤クローバーの生育は非常に旺盛で、その生草収量は、1950 年は最高 10a 当 7,853kg、最低 3,308 kg、平均 5,816kg、1951 年は、最高 8,325kg、最低 1,520 kg、平均 4,571kg (13・木村園を除く) であり、両年とも早春の第 1 次生育は非常に旺盛で、特に 1950 年の第 1 次生草収量は全ての園において年間生草収量の 1/2 以上であった。

面して、初年度の赤クローバー生草収量がはつきりしている 7 カ園について、3 カ年平均生草収量を求めるとき、10a 当最高 6,017kg、最低 2,553kg、平均 3,994kg であった。

次に赤クローバーと雑草との競合状態について観察したところによれば、春播の場合大多数の園においては、初年度は赤クローバーと雑草との競合が甚だしかったが、

9月以降は漸次赤クローバーが雑草を抑え、2 年目及び 3 年目の第 2 次生育までは、殆んど他雑草を圧倒しているが、その後次第に雑草が多くなり、赤クローバーの生育は急激に衰えてきた。

りんご試験場 1 号園草生圃場の一部において、播種後 3 カ年間の赤クローバーと雑草との競合状態を、調査区内に発生した草種別個体数(数度)及び調査区内に発生した草種別被覆度(被度%)で調査した。

調査は 10a 当 10 カ所 (1 カ所の面積 3.3m²) について行い、草種別に数度及び被度%の平均を求めた。その結果は第 17 表のとおりである。

これによると、2 年目の赤クローバーの生育は他雑草を圧倒するが、3 年目の夏以降次第に衰えてくることがよくわかる。以上の結果から、りんご園の被覆作物として赤クローバーを採用した場合は、一般飼料作物としてこの作物を利用する場合と同様、3 年目で更新することが望ましいように考えられる。

第 17 表 草生りんご園における赤クローバーと他雑草との競合状態 1949~1951

年 月 日 度 被 度	1949				1950				1951								
	6.15		7.6		9.6		10.10		6.1		7.1		8.1		10.1		
	数 度	被 度%															
アカクローバー	0.9	18.2	2.4	48.3	5.5	68.3	0.0	60.4	4.5	88.4	4.8	96.4	4.5	90.4	3.0	98.4	0.0
スズメノカタビラ	1.0	20.1	1.0	20				0.4	80.2	4				0.2	40.2	4	
ギシギシ	0.2	80.3	81.4	36.0	8.8	20.0	1.1	2					0.1	20.2	4		
イヌガラス	0.1	2													0.3	80.5	10
ハコベ	0.5	100.7	140.1	20.2	40.2	4					0.1	20.4		40.2	40.3	60.2	4
アカザ	0.6	100.4	80.3	60.3	60.2	40.1	20.8	18.0	7.12						0.4	81.0	16
ノビエ	0.1	20.7	100.7	100.4	6			0.3	60.4	8					0.2	40.9	14
イヌタデ	0.2	40.8	16													1.0	20
ヒラオオバコ				0.2	40.2	40.4	100.3	100.1	20.6	120.4	80.3	80.2	40.6	10			
ヒメムカシヨモギ								0.6	120.3	6							

備考 数度とは調査区内に発生せる草別個体数

5 ……最多 4 ……多 3 ……やや少 2 ……少 1 ……稀

被度とは調査区内に発生せる草別被度を % で表したもの

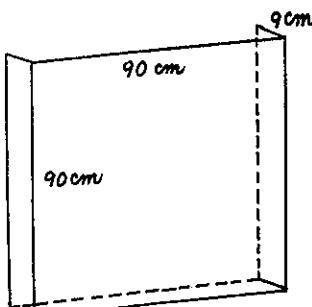
5 草生りんご園における赤クローバーの根系について

1951 年 8~10 月、りんご試験場 2 号園、3 号園、3・唐牛園、5・田村園において赤クローバーの根系を調査した。

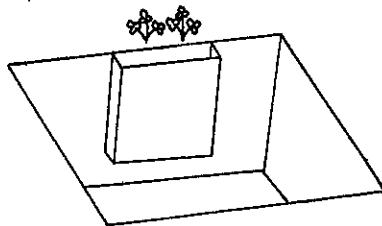
調査方法は WEAVER の monolith method を改変して実施した。⁽⁶⁸⁾ ⁽³⁾

先ず調査しようとする赤クローバーの傍に、幅 182cm、長さ 182cm、深さ 121~182cm の壘壕を掘り、その土層断面に第 1 図のような厚さ 1.8cm の板で作った木枠をあてがい、土壤断面に木枠の幅に印をつけ (第 2 図)、印の外側の土壤を削って幅 90cm、厚さ 9cm、長さ 90cm の Soil monolith を浮出させた。

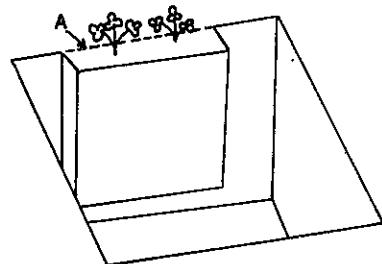
それに上述の木枠をはめ、次に土壤断面を掘崩し、A



第1図 soil monolithを入れる框



第2図 土壌断面に框の印をつける



第3図 框に入った soil monolith

面から切取つて壕からあげた(第3図)。框ごと水に漬けて土壤をほぐし、更に噴霧機で注意深く水をかけて土壤を洗い流し、黒い紙をはった板を木框内の根にあてがい、ひっくりかえして根を板に移し、風乾後一定の深さ毎に区分し、はぎとり、秤量した。

調査結果は第18表のとおりである。

第18表 草生りんご園における赤クローバーの根群 1951

調査箇所	調査月日	クローバーの年齢	調査*クローバー個体数	最大垂直分布cm	最大水平分布cm	土層別根群の分布%				
						0~30cm	30~60cm	60~90cm	90cm以上	計
りんご試3号園	9. 19	2年	5	97.0	35.0	79.4	16.8	3.6	0.2	100
りんご試2号園	8. 16	3年	2	91.0	43.5	83.7	13.9	2.4	0	100
5・田 村 園	9. 25	3年	6	91.0	30.1	94.7	4.4	0.8	0.1	100
3・唐 牛 園	10. 2	3年	4	93.9	32.0	96.0	3.1	0.8	0.1	100
平均				93.2	35.2	88.5	9.5	1.9	0.1	100

* one monolith 内のクローバー個体数を指す

りんご園における赤クローバー根の垂直分布は平均地表下93.2cm、水平分布は平均35.2cmであり、その88.5%は地表下30cmまでに、9.5%は30~60cmまでに、1.9%は60~90cmまでの間に存在した。

勿論調査方法そのものにもまだ改良の余地があるため、この成績だけをもって赤クローバーの根系について云々することは当を得ないが、少なくとも赤クローバーは普通畠状態におけると同様に、りんご園下においても非常に深根性であることがわかった。

6 草生栽培とりんご病害虫発生との関係

本調査期間中におけるりんご試験場及び委託試験各園の観察によれば、草生栽培と病害虫発生との間には、特に明らかな関係は認められなかつたが、4・福田園ではミミズクが、7・工藤園ではハダニの発生が深耕区に比較して若干草生区に多いように見受けられた。

また、1950年55協力園のアンケート調査によれば、清

耕区に比較して草生区に若干虫害（主としてモモシンクイムシ及びクワコナカイガラムシ）が多いと云うものが23園、差が認められないと云うものが32園あった。而して発生が多いと考えられた園においても、観察により単に虫の発生が多い傾向があると云うのみで実害については殆んど差は認められなかつた。

III 考 察

一般に、草生栽培の欠点は果樹と被覆作物との間に養水分の競奪が引きされ、これによって樹勢が弱り、生産が低下することであると云われている。

米国では、我国と違つて降雨が少ないので、土壤水分の保持に特に大きな関心が払われ、土壤管理法の如何が土壤水分に及ぼす影響について多くの実験が行われている。

CULLINAN と WEINBERGER⁽²⁴⁾は桃幼樹の土壤管理試験

において、比較的浅い土壤でレスペデザ及びスワイートクローバーの下では、土壤水分が萎凋% (8.2%) 以下になつたことを認め、STEWART⁽¹³⁾は幼樹園において測定した結果から、土壤含水量は敷草区が最大で裸地中耕区がこれに次ぎ、中耕被覆作物区が最も少ないと報告し、LANGORD⁽³²⁾は8月で、深さ15~30cm土層の含水量は、草生区9.2%，裸地中耕区12.4%，表耕敷草区は14.7%であったことを報告し、その他草生地の土壤水分は清耕区に比較して少ないと云う報告は非常に多い。

我国においても、草生区の土壤水分は清耕区に比較して少ないと云う報告は野呂、千野等、斎藤、福島、細貝等によって報告されている。⁽³¹⁾

野呂等は、静岡県農事試験場柑橘園において、綠肥、堆肥、敷草の土壤水分に及ぼす影響を検しているが、連日旱天時において綠肥（青刈大豆）区は裸地標準区より土壤含水量が低いことを認めている。⁽¹⁶⁾

千野等は、勾配16度の角礫にとむ埴土園において、草生、清耕、敷葉、夏季及び冬季被覆作物法の5種の管理法が、桃幼樹の生育、土壤長錆防止、土壤水分、土壤温度に及ぼす影響を検討した、その結果、敷葉区は全期間を通じて最も高い含水量を、草生区は全期間にわたり最低の含水量を示し、最も乾燥した8月15日には、5, 10 cmの土層では9%及び10.9%まで低下したことを報告している。⁽³³⁾

斎藤、福島、細貝は、りんご幼木に及ぼす各種土壤管理法の影響を検したが、草生区の含水量は10cm, 20cm, 30cmの各土層において非常に低下し、りんご幼樹の生育は裸地中耕区、敷葉区に比較して最少であったことを認めている。⁽³⁴⁾

しかし一方では、草生区の土壤水分の減少はそれほど問題にならないと云う実験結果も多い。ANTHONY⁽³⁵⁾とWARINGのペンシルバニアにおける報告によれば、草生区の水分は耕耘している土壤の2倍量もあり、常時耕耘している土壤では草生区の多くに過ぎなかつた。

GORLEY⁽³⁶⁾は、草が樹に悪い影響を与えるのは、水分の不足よりは寧ろ有効態窒素の供給の減少によるを見出した。

LYON等は、旭の幼木を使用して各種土壤管理法がりんごの生育に及ぼす影響を調査したが、デモシー草生は土壤中の水分、硝酸態窒素含量ともに減少し、樹の生育も悪くなつたが、10a当約100kgの硝酸曹達を与えた草生区は土壤水分の減少があつたにもかゝらず、硝酸曹達を与えない草生区に比較すれば非常によい生育をなし、水分の減少よりは硝酸態窒素の減少が悪影響を及ぼしていることを報告している。⁽³⁷⁾

WOODBURY, NOYES, OSKAMP等は、インディアナにおける各種土壤管理法の試験において、草生区は耕耘区及び敷草区に比較して試験の初期には土壤水分は少なかつたが、CULLINAN等は、この試験の後期には土壤管理の相違による土壤水分の差は少なくなったことを報告している。⁽¹²⁾

我国においてもこのような例は認められている。森田は、栗樹銀杏を供試し、草生、清耕、敷草、夏季及び冬季中耕被覆作物法等5種の土壤管理法の影響を調査したが、土壤水分の比較的著しい減少は清耕区の土壤表面に限られ、その他の処理には差は認められなかつた。この原因は、清耕区では土壤面蒸発が多いためであつて、草による水分奪取の影響は認められず、寧ろ草生には土壤表面の乾燥防止効果のあることを認めている。⁽⁶⁵⁾

森等は、1951~1952年、青森県下の赤クローバー草生園における土壤養水分競合の実態調査を実施した。その結果、草生、清耕両区の土壤水分は最乾燥時でも差は少なく、土壤の表面では寧ろ草生の方が多い場合が認められた。下層では草生の方が幾分乾燥する傾向があつたが、その場合でも乾燥による害は認められなかつた。⁽⁶⁶⁾

而して森田は、土壤水分と云つても有効水分の量が問題となるのであるから、土性や土壤構造を無視して、単に水分含量（対乾土重量%）を比較してその多少を論ずることは意味がないのであって、従来の試験から概略的にみれば、降水量の多い我が国で普通の土壤条件では、草生による水分の競争は有効水の欠乏を來すほど著しいものではなく、水分に関する限りでは、草生法を危懼するには及ばないと述べている。

次に、土壤中窒素含量に及ぼす土壤管理の影響について述べてみる。

土壤中に見出される窒素の多少は、必ずしも樹の生育と平行しない場合も認められるが、土壤管理法の如何によって土壤中窒素含量には大きな差が認められ、これが果樹の生長や生産に次第に影響して来るものようである。

一般に、土壤中硝酸態窒素含量は草生により著しく低下し、草生区の葉中窒素成分含量は清耕区より少なくななる。⁽¹⁸⁾⁽²⁴⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁹⁵⁾

前述、森田、斎藤等の試験も、草生下の土壤中硝酸態窒素は清耕区に比較して少ないことを報告している。森田⁽⁶⁵⁾は、草生栽培が土壤の有効3要素含量の減少に及ぼす影響は主として硝酸態窒素であり、これが草生栽培の欠点であると述べ、斎藤等は、りんごの幼木に関する土壤管理試験で、土壤中硝酸態窒素は草生区において最少を示し、処理開始後3年目の土壤中硝酸態窒素含量は5, 6月には

清耕区に比較して少なかつたが、7月には同等になり、8、9月には寧ろ高い傾向を示し、土壤中硝酸態窒素の競奪はりんごの生育初期から初夏までであること、また葉中成分含量は窒素が草生区において少なかつたことを報告している。⁽⁶³⁾

森等の調査によれば、表層では草生区の硝酸態窒素含量は春から夏までは清耕区に比較して少なく、下層では夏期以後に少なくなる傾向がある。故に森等はこの消長から、草生による窒素の競合が問題になるのは主として生育初期から夏期までであると述べている。またりんごの葉中成分含量を調査した結果、葉中窒素成分含量では草生、清耕両区間に明瞭な差が認められたが、葉中磷、カリ含量の差は明らかでなかった。

以上果樹草生栽培の欠点と考えられている養水分競奪に関する内外の研究の大略について述べたが、これ等の諸試験成績を総括してみれば、果樹と被覆作物との間に明らかに養水分の競奪が引起される。而して養分競奪は殆んど窒素成分に限られ、競合の問題となる期間は主として生育初期から夏までの期間である。而して草生法初期の研究では、草生法の最も大きい欠点は水分競奪であると考えられておったが、その後の研究により、水分の競奪よりは窒素成分の競奪の方が草生栽培実施上防止しなければならない大きな問題であると云うことが出来る。

この傾向は筆者等の調査によても明らかに認められている。即ち、草生、清耕両区の土壤含水量の差は調査時の気象条件、調査園の土壤条件によって非常に異なる。土壤の深い、土壤水分の豊富な園においては、両区の土壤水分の差は殆んど認められない。一方、傾斜地りんご園や乾燥土壤地帯等土壤状態の悪い園では、草生区の土壤水分は清耕区に比較して少なく、これが樹勢収量に悪影響を及ぼしている。ただしこの場合でも、両区の土壤水分の差は全生育期間にわたるものではなく、殆んど乾燥時期に限られていた。而して土壤条件が良好で水分に不足の認められない園でも、草生区の葉中窒素成分含量は清耕区に比較して少なく、また土壤中窒素含量も草生区の方が少なく、この結果が、りんご収量の減少となつてあらわれることから、被覆作物とりんごとの窒素成分競奪は水分のそれよりは問題が大きいように考えられる。

従つて森田が述べているように、降水量の多い我国において、土壤条件のよいところでは、草生による水分の競合は有効水の欠乏を来たすほど著しいものではなく危懼するには及ばないと云うことも尤もと考えられる。しかし、これはあくまでも土壤条件の良好な園における

場合であり、土壤条件の悪い所では、窒素成分の競奪とともに水分の競奪も激しく引起される。即ち、筆者等の調査によれば、土壤の悪い乾燥地や傾斜地りんご園では草生区の土壤含水量の減少は甚だしく、これに窒素成分の競奪が伴うため、りんごの樹勢は減退し、収量は減少している。而して、このような立地条件の園は我が国には非常に多く、例を青森県にとれば、全りんご園面積の4割5分以上が表土を流失した傾斜地に存在し、常時土壤侵蝕的旱魃にさらされている。しかも、このような園においてこそ、草生栽培の実施が望まれる訳であるから、りんごと被覆作物との水分競奪防止は決して忽せに出来ない問題である。

以上筆者等の調査の結果、りんごと被覆作物との窒素及び水分競奪防止は草生栽培を実施するにあたって非常に重要な問題であり、この防止策を確立することが、草生栽培実用化に関する研究の第一の課題であることが明らかになった。

而してりんごの窒素吸収量は7月以降急激に増加する⁽¹⁶⁵⁾が、5、6月の吸収量は少なく、筆者等の砂耕試験によれば5、6月の窒素吸収量は年間窒素吸収量の20%内外に過ぎない。一方5、6月における被覆作物の生育は非常に旺盛で大量の養水分を要求する。従つて被覆作物とりんごとの間に窒素成分の競合が起るのはりんごの生育初期から夏まであり、特に5、6月が最も激しいものと考えられる。

本調査期間中には、草生栽培とりんご病害虫発生との間には特に大きな関係は認められなかった。

次に、この調査によって赤クローバーは優れた被覆作物であることが明らかになった。普通畑における赤クローバーの10a当生草量は、北海道農業試験場の調査によると、1年目1,290kg、2年目6,296kg、3年目2,524kg、平均3,370kgとなっているが、草生りんご園の赤クローバー生草収量は、りんご樹陰下にもかかわらず殆どこれに劣らないのみか⁽¹⁶⁶⁾、場合によってはこれを上回った。この原因是、筆者等がさきに報告したように、赤クローバーの2年目及び3年目の第一次生育は早春非常に早く始まり、りんごの発芽、展葉、葉数の増大等による樹陰に妨げられることが少なく、普通畑に比較して劣らぬ生育を遂げ、かつこの第一次生育で年間生草量の約近くのものを生産するためである。

而してこのように地上部生草量の多いことは、地下部の生育と相まって土壤に大量の有機物を与えることになるが、一方草体よりの水分の蒸散、草による養分の吸収もさかんになり、りんごと赤クローバーが養水分の競奪を

引起すおそれのあることにも注意しなければならない。

VI 摘 要

我国において草生栽培を実施する場合、問題となるべき諸点を明らかにする目的をもつて、1949年から1951年までの3カ年間にわたり、青森県下において草生りんご園の諸調査を実施した。調査結果を要約すれば次のとおりである。

1 草生、清耕両区の土壤含水量は、土壤条件の良好なりんご園においては、最乾燥時においても殆んど差は認められなかつたが、土壤条件の悪い傾斜地りんご園や乾燥地帶のりんご園では、草生区の土壤含水量は乾燥期に非常に減少し、これがりんごの生育、収量に悪影響を及ぼした。

2 同一施肥量では、土壤条件の如何にかかわらず、草生区の葉色は生育初期において清耕区より淡く、土壤中アンモニア態及び硝酸態窒素含量も少なかつた。また葉分析の結果、葉中磷及びカリ成分含量については、草

生、清耕両区間に差は認められなかつたが、草生区の葉中窒素含量は清耕区より少なかつた。この結果、りんごと被覆作物との養分競奪の主体は窒素成分であり、これがりんごの樹勢、収量に最も大きな影響を及ぼすことが明らかになつた。

3 草生りんご園における赤クローバーの生育は非常に旺盛で、3カ年平均10a当3,750kg以上の生草収量を示した。而してその生育は播種2年目から3年目の第二次生育までが良好で、以後急激に衰えた。また赤クローバーの根群は地表下90cmまで達した。

4 本調査期間中の観察によれば、草生栽培によって特にりんごの病害虫発生が多くなる傾向は認められなかつた。

以上の調査結果によつて、草生栽培を安全に実施するためには、土壤条件の良好なりんご園においては、被覆作物とりんごの窒素成分競奪防止、土壤条件の悪い園では、窒素及び水分の競奪を防止しなければならないことが明らかになつた。

第2章 草生栽培の欠点とその防止法について

緒 言

草生栽培の欠点は、りんごと被覆作物との間に養水分に対する競奪が引起されることである。故に本章においては、養水分競奪防止に関する諸試験を実施した。

第1節 りんごと被覆作物との窒素成分競奪 防止に及ぼす尿素葉面散布の効果

共同研究者

成田 浩 外川 鉄男

緒 言

りんごは多年生深根性作物であるから、一年生作物の場合に比較して施肥量、施肥法の決定は非常に困難である。近時我国においても施肥の合理化に関して各種の研究が実施されているが、これらの研究結果がただちに施肥の合理化に役立つ段階までは至っていない。

従って現在のりんごの施肥は、これまでに明らかにされた内外の肥料試験成績と、長い間採用されてきた施肥慣行を中心討議し、いわゆる標準施肥量、施肥法を決定し、それに基づいて実施されている。而してそれによる施肥期は、磷酸、加里肥料は全量を基肥として早春に施すが、窒素肥料は年間使用量の6割を基肥として早春に、4割は5月初旬から6月下旬までの間に追肥として施している。

近時各種作物について、窒素肥料追肥の一手段として尿素の葉面散布が実施されている。尿素の葉面散布を初めて試験に供した人は、⁽²³⁾ HAMILTON で作物はりんごであった。その後米国では、りんごに対する尿素葉面散布に関する研究が着々進められ、⁽⁴⁾⁽²²⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽⁸¹⁾⁽⁹²⁾ 柑橘、桃等に関する研究も多い。

もしこの追肥法が我国のりんごにおいても利用することが出来、薬剤に混用散布することが可能であるならば、5月中旬から6月下旬までの間に、大略10日毎に手軽に窒素肥料をりんご葉から与えることが出来、この期間に施す土壌追肥より高い効果を期待することが出来る。土壤管理法として草生法を採用する場合には、りんごと被覆作物とは特に5月から6月にかけて窒素成分を競奪するが、この際葉面散布によって尿素を施すことが出来れば、りんごと被覆作物との窒素成分競奪は大いに軽減されるものと考えられる。

故に筆者等は1951年から1954年まで、りんごに対する

尿素葉面散布の実用化、りんごと被覆作物の窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果を明らかにする目的をもって、各種の試験を実施した。

I 尿素の葉面吸収について

本項においては、散布された尿素の葉面吸収、散布後吸収されるまでの時間、その他若干の基礎試験を実施した。

1 実験方法

(1) ポット試験

イ 土耕試験 その1

試験は1951年に実施した。20,000分の1ワグナーポット15個に、当場3号園、表層下90cmより採取した非常に窒素含量の少ない土壤（壤土、N 0.029%, P₂O₅ 0.067%, K₂O 0.041%）を詰め、1年生国光苗木を栽植し、尿素散布区2区（ニューグリーン及び国産尿素）、無散布区に区分し、乱塊法によって5回反覆した。苗木は接目から60cmの高さで切返し、上から5芽を残した。供試尿素は米国デュポン社製ニューグリーン（N, 45%）及び東洋高压社製尿素（N, 47%）であった。

散布液はニューグリーン60gを水10Lに溶した濃度(0.6%液)であり、国産尿素はニューグリーンより2%窒素含量が高かつたから、水10L当の尿素の使用量を減じてニューグリーン散布液の濃度にあわせた。

散布にあたっては、散布尿素液がポットに入らぬよう油紙でポットを覆い、5月30日（1ポット当散布量50cc）、6月8日（50cc）、6月19日（70cc）、6月26日（80cc）、7月2日（100cc）、7月20日（100cc）の6回、コンプレッサー式スプレー（圧力25ポンド）で展着剤作用尿素液を単用散布し、窒素以外の要素は苗木定植時に3区とも磷酸、加里各ポット当成分量3.75gを過磷酸石灰及び硫酸加里で施した。

また病害虫防除のため、散布層にしたがって薬剤を散布した。調査は苗木の時期別伸長量、肥大伸長量、試験終了時の新梢重量、7月30日の葉色及び葉中窒素含量について実施した。

ロ 土耕試験 その2

葉面に散布された尿素が、散布後何時間位から吸収されるかを明らかにするため次の実験を行った。

1951年、4,500分の1コンクリートポット10個に、土耕試験その1に使用した窒素含量の低い土壤を詰め、3年生国光苗木を植え、無肥料で栽培を続けた。苗木は窒

素欠乏症状を顯著に示し、葉色は非常に淡かった。

1952年7月21日、5ポットの苗木の葉の表裏に、水10l当尿素62g濃度の尿素液(0.62%液)を毛筆で充分塗布して無処理区と葉中窒素含量を比較した。採葉はリーフパンチによつた。即ち打抜直径1cmのリーフパンチで1本の樹から10パンチ、計50パンチを新梢の中央葉からとり、1枚、1枚水で丁寧に洗い、秤量管に入れ、100°Cで4時間乾燥後Kjeldahl法によって窒素を定量した。

ハ 砂耕試験

1954年に実施した。国光1年生苗木を45cmに切詰め、根を適当地整理し、酸処理後水道水で充分洗滌した海砂

を詰め、4月20日20,000分の1ワグナーポットに植付けた。

ポットの底に径2~3mmの礫を3kg詰め、その上に0.4~0.8mmの小石を2kg入れ、海砂を10kg詰めた。ポットは戸外の台上に並べた。

5月末までは水道水を灌水し、5芽を発芽させ、処理開始時には生育のよい3新梢を残した。砂耕法は、筆者等がりんごの葉分析に関する研究に採用した方法によつた。⁽¹⁰⁰⁾

試験区別は無窒素、三要素、尿素散布の3区とし、各区のポット数は3個であつた。砂耕液の組成及び使用薬品は第19、20表のとおりである。

第19表 培養液の組成 (ppm)

区	N	P	K	Ca	Mg	Mn	B	Fe	S	Cl
NPK	100	15	100	78	30	5	3	1	73	144
-N	0	15	100	78	30	5	3	1	73	144

第20表 使 用 薬 品

区	薬 品 名
NPK	NH_4NO_3 , KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
-N	KH_2PO_4 , K_2SO_4 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

6月1日より処理を開始した。尿素散布区には無窒素区と同じ組成の培養液を与えた他、水10l当尿素31g濃度液(0.31%液)を6月1日、11日、21日、7月1日、6日、13日、20日、27日、8月3日、10日、15日、25日、30日の計13回単用散布した。なお病害虫防除のため、病害虫防除暦に従つて薬剤を散布した。

生育調査は、植付時と抜取時の苗木の生態重、接目より30cm上部の幹径及び新梢肥大生長量について実施した。新梢肥大生長量は新梢を便宜上直円錐とみなし、その体積を算出した。次に粉碎した新梢、幹の皮部及び木部、細根及び葉についてはKjeldahl法によって窒素含量を測定し、その値は全て乾物中のN%としてあらわした。

葉は、新梢のはゞ中央部から各2枚、3新梢で1ポット当6枚、3ポットで18枚をとり、水洗、乾燥、粉碎して分析に供した。

(2) 園場試験

イ 実験 1

りんご試験場肥料試験加里单用区の50年生国光を使用して1951年に試験を実施した。この試験区は、1931年から

1940年までは加里のみ1本当成分量750gを硫酸加里で与えられたが、1941年以降は硫酸加里の他、10a当堆肥1,125kgが加用され、窒素欠乏徵候は外観上極めて顯著に認められていた。

その土壤中3成分含量及び葉中窒素含量を三要素区及び無肥料区と比較すれば第21、22表のとおりである。

第21表 供試区土壤中の3成分含量 (乾土中%)
1949

区 别	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供 試 区 (加里单用)	表土 0.438	0.109	0.183
	底土 0.302	0.070	0.173
無 肥 料 区	表土 0.436	0.105	0.149
	底土 0.223	0.071	0.123
三 要 素 区	表土 0.508	0.145	0.179
	底土 0.322	0.085	0.173

供試樹は5本、枝別(8~12年枝)に各処理を5回反覆した。区別は無散布、水10l当60g尿素液(0.6%液)散布2区(ニューグリーン及び国産尿素)、水10l当120g尿素液(1.2%液)散布(国産尿素)の4区で、展着剤

第22表 供試区りんご樹の葉中窒素含量(乾物中%)
1949~1950

区分別	窒 素 含 量	
	1949年7月	1950年7月
供 試 区	2.19	2.20
無 肥 料 区	2.02	2.16
三 要 素 区	2.83	2.88

を加用し、尿素を単用散布した。薬剤散布は病害虫防除曆どおり行い、摘果は1果当薬剤約40枚となるように実施した。

散布時には地面にシートを敷き、散布液が土壤に入らぬようにし、また各調査枝間には天幕を張り、散布液が他の処理区にかゝらぬようにした。散布月日は5月15日(開花直前、平均散布量3.6l)、5月29日(落花1週間後、4.5l)、6月8日(摘果時、5.4l)、6月19日(落花25日後、7.2l)であった。調査は葉色、葉中窒素含量(全窒素及び蛋白質窒素)、新梢伸長、果実の1個平均重量、果色について行った。

ロ 実験 2

1951年から1952年にかけて試験を実施した。1940年青森県りんご試験場に設置された面積13m²、深さ3.6mのライシメーターに栽植、無肥料で栽培され、極端に衰弱し栽植後殆んど花芽のつかなかつた11年生紅玉1本を使用した。2主枝を尿素散布区と無散布区とにわけ、ニューグリーン水10l当60g濃度液(0.6%液)を展着剤加用単用散布した。

薬剤散布は防除曆に従つて行った。散布時地面にシートを敷き、散布液が土壤に入らぬようにし、また散布液が無処理区にかゝらぬように天幕を張り、5月19日(散布量5.4l)、29日(7.2l)、6月8日(9.0l)、19日(10.8l)、26日(12.6l)、7月2日(14.4l)、12日(14.4l)、20日(14.4l)の8回散布した。調査は短枝葉及び新梢葉中の窒素含量、新梢及び短枝の2次伸長、新梢伸長、翌春の花芽数について実施した。

ハ 実験 3

尿素を薬剤に混用した際、葉に対する薬害の有無を調査するため、1951年、尿素を石灰硫黄合剤及びボルドー液に混用して散布を実施した。

処理は尿素単用散布、尿素混用散布、尿素無散布(薬剤散布のみ行う)の3区とし、50年生国光3本を使用して枝別(8~12年枝)に各処理を3反覆した。

調査樹の樹勢は一様ではなく、第1調査樹は強勢、第2調査樹は普通、第3調査樹は少しく衰弱していた。供試尿素は国産、濃度は水10l当尿素60g液(0.6%液)で

あり、散布月日及び混用薬剤は、7月30日(展着剤加用150倍石灰硫黄合剤)8月8日(展着剤、デリス粉水10l当42g加用1~6式ボルドー液)、8月14日(展着剤加用1~6式ボルドー液)であった。

尿素単用散布区の薬剤散布はそれぞれ尿素散布日の前日行った。散布にあたっては、地面にシートを敷いて散布液の土壤侵入を防ぎ、各区間は天幕で遮った。

2 実験結果

(1) ポット試験

イ 土耕試験 その1

各散布時期とも、尿素散布によると考えられる葉の薬害は殆んど認められず、散布区の葉色は、2回散布後濃緑を増したように観察された。7月30日、各区の葉色及び葉中窒素含量を調査した。

新梢のほど中央から1~2枚、1ポットより7枚の葉をとり2%醋酸液で洗い、水道水で充分洗滌後、BOYNTONのりんご旭に対するcolor standards⁽²⁾に従つて葉色を調べた。

次に打抜直径1cmのリーフパンチで1葉より4カ所、計28片を打抜き、秤量管に入れ100°Cで4時間乾燥後、Kjeldahl法によって窒素を定量した。その結果、散布両区の葉色はcolor standardsの3~4、一方無散布区は2であり、散布区の葉色は無散布区に比較して明らかに濃緑であった。また散布区の葉中窒素含量も無散布区よりも多く、その差は1%水準で有意であった(第23表)。

第23表 尿素散布の葉中窒素含量に及ぼす影響
(乾物中%) 1951, 7, 30

区番号 處理	1	2	3	4	5	平均*
無処理	2.48	2.27	2.21	2.59	2.25	2.36
ニューグリーン 0.6%液散布	2.85	2.65	2.70	2.77	2.93	2.78
国産尿素 0.6%液散布	2.82	2.95	2.83	2.98	2.99	2.91

* L.D. 5% level 0.17, 1% level 0.25

新梢伸長の差は7月中旬頃より認められたから、7月14日から大略15日毎に、新梢の時期別伸長肥大生長量を測定した。測定方法は各新梢を便宜上直円錐とみなし、1本の苗木がら出る新梢(3~5本)の体積を計算し、その合計で示した。

7月14日の各区の新梢肥大生長量には有意差は認められなかったが、7月30日以降には、散布区と無散布区間に、1%水準で有意差が認められた(第24表、第4図)。

第24表 尿素散布の時期別新梢伸長肥大生長に及ぼす影響 (cm³) 1951

月日 処理	7.14	7.30	8.15	8.30	9.15	10.5
無処理	7.8	9.8	12.9	13.4	13.5	16.2
ニューグリン 0.6% 液散布	12.5	18.0	29.7	31.7	32.7	36.6
国産尿素 0.6% 液散布	8.9	17.0	26.4	28.6	31.2	35.5
L.D.5% level	non	3.9	7.7	6.9	8.8	8.5
L.D.1% level		5.7	11.1	10.1	12.8	12.3

次に11月9日供試苗木をポットから掘取り、その重量から定植前苗木重量を100とした際の指數を求め、それを苗木の肥大生長量とし、更に各苗木を解体して新梢の重量を求めた。苗木の肥大生長量は、各苗木間に個体差があるため統計処理を行わなかったが、散布区が大きい傾向が認められたし、新梢重量間には1%水準で有意差が認められた(第25表)。

第25表 尿素散布が樹木の生長及び新梢重に及ぼす影響 1951

区別	生長量	新梢重*(g)
無処理	206.8	18.4
ニューグリン 0.6% 液散布	249.0	35.6
国産尿素 0.6% 液散布	240.2	34.3

* L.D.5% level 3.6, 1% level 5.3

口 土耕試験 その2

調査結果は第26表のとおりである。

普通りんごの葉分析を実施する際は、生育中庸の不着果新梢のはゞ中央部より採取した葉(30~50葉)の中肋を除き、乾燥、粉碎後1mmの篩で篩別し、葉裏の毛及び粉碎不充分な葉脈を取り除いた試料0.5g内外を使用する。葉裏の毛及び葉脈を取り除く理由は、これらが含まれていると試料が不均一となり、分析値のぶれが大きくあらわれるからである。この試験では、打抜直徑1cmのリーフパンチによって打抜いた少量の試料を乾燥し、

粉碎及び除毛することなくそのまま分解したためか分析値にぶれが認められたが、尿素は散布後8時間頃からりんご葉に吸収されることを認め

ることが出来た。

ハ 砂耕試験

散布区の葉色、生育状況は、根より充分窒素成分を与えられている三要素区には及ばなかつたが、無窒素区に比較してすぐれておつた。苗木の肥大生長量、葉中窒素

第26表 尿素散布後の吸収時間 1952

時 間 別	葉中窒素含量(乾物中%)		
	散 布	無 散 布	差(散布 - 無散布)
0	2.691	2.897	-0.206
3	2.967	3.006	-0.039
8	2.857	2.393	+0.464
23	3.043	2.694	+0.349
31	2.919	2.698	+0.221
55	3.012	2.465	+0.547
104	2.900	2.780	+0.120
128	3.042	2.487	+0.555
175	2.899	2.718	+0.181
217	3.019	2.820	+0.199
295	2.915	2.754	+0.161

含量及び樹木各部の窒素含量は第27、28、29表のとおりである。

第27表 各区の新梢肥大生長量 (cm³) 1954

月 日 区別	6.1	7.1	8.1	9.1
	散 布	16.56	17.42	18.49
三 要 素	1.03	17.22	39.13	84.43
無 散 布	0.86	8.56	9.44	9.44

第28表 各区の生体重増加及び幹径肥大量 1954

区別 生体重および幹径	散 布	三 要 素	無 散 布
	生 体 重 增 加 %	387	131
幹 径 肥 大 %	132	153	112

散布区の肥大生長量、葉中窒素含量、樹体内窒素成分含量は、根より充分3成分を与えられた三要素区に比較すれば劣るが、無散布区に比較すればはるかに勝り、尿

第29表 尿素の葉面散布が葉中及び樹体内窒素成分含量に及ぼす影響 (乾物中%) 1954

区 别	葉中窒素含量				新梢中窒素含量	幹皮部 窒素含量	根 中 窒素含量
	月 日 7.21	月 日 8. 6	月 日 9. 1	月 日 10. 1			
散 布	3.21	3.16	2.82	2.65	1.25	0.68	1.22
三 要 素	3.93	4.32	3.92	3.74	1.62	0.79	1.51
無 散 布	1.72	1.71	1.77	1.68	0.78	0.32	0.74

素はりんご葉から吸収され、新梢、根にまで移動し、りんご樹の生育によい影響を及ぼしていることが明らかになつた。

(2) 園場試験

イ 実験 1

尿素 0.6% 液散布では、各散布時期とも、葉の葉害は殆んど認められなかつたが、1.2% 液散布では葉縁に葉焼を生じ褐変後浅く亀裂した。葉色の変化は2回散布後の頃から認められた。6月4日、26日、7月26日の3回、葉中窒素含量を常法によって測定し、更に Stutzer 法によって6月26日の試料中の蛋白態窒素の定量を行つた。その結果は第30表のとおりである。

第30表 尿素散布が葉中窒素含量に及ぼす影響
(乾物中%) 1951

月 日 処理	6.4		6.26		7.26 全窒素
	全窒素	蛋白態窒素	全窒素	蛋白態窒素	
無処理	2.91	2.46	2.36	2.51	
ニューグリン 0.6% 液散布	3.40	2.90	2.72	2.85	
国産尿素 0.6% 液散布	3.30	2.75	2.70	2.71	
国産尿素 1.2% 液散布	3.80	3.11	3.00	2.93	
L.D.5%level	0.19	0.18	0.21	0.13	
1%level	0.26	0.25	0.29	0.18	

即ち、各期の散布区の葉中全窒素含量、6月26日の蛋白態窒素含量は無処理区より高く、その差は1%水準で有意であつたし、最終散布後30日以上経過しても、散布区の窒素含量は無処理区より高く、前述color standardsによる7月26日の葉色は、無処理区3、散布区5で、散布区の葉色は濃緑が強かつた。

次に収穫時における各処理区の新梢1本当平均長、果実の1個平均重量及び果色を測定した。果色は全採収果を着色の程度により4階級に分け、全果に対する各階級の%を求める、これに各階級の果色指數(着色のよい方から8, 6, 4, 2)を乗じたものの合計で示した。各区の新梢数、果実数には相異があるので統計処理を行わなかつたが、無処理区と散布区間に新梢長に差が認められた。

第31表 尿素散布が新梢長、果実重量、果色指数に及ぼす影響
1951

区別	新梢長 cm	果実重量 g	果色指數
無処理	12.2	150.1	66.6
ニューグリン 0.6% 液散布	15.8	168.9	70.5
国産尿素 0.6% 液散布	16.6	162.1	72.1
国産尿素 1.2% 液散布	16.2	164.2	66.5

しかし果実重量、果色間には殆んど差は認められなかつた(第31表)。

ロ 実験 2

各散布時期とも、葉に対する葉害は殆んど認められず、2回散布後散布区の葉色は濃さを増した。葉中の窒素分析は6月4日、26日、7月26日の3回行つた。この樹は非常に衰弱しているため新梢の伸長が悪く、6月4日には新梢葉を探葉することが出来なかつたから、短枝の第5葉目を50葉とつた。

6月26日は短枝の第5~6葉目から1枚宛計50葉及び新梢のほど中央から1枚宛計40葉を採取した。7月26日は散布区の新梢の5割以上が2次伸長を続け、2次新梢の大部分は第1次新梢とはほど同じ長さになつてゐたので、散布区では、第1次新梢及び第2次新梢のほど中央からそれぞれ40葉をとつて分析に供した。結果は第32表のとおりである。

第32表 尿素散布が葉中窒素含量に及ぼす影響
(乾物中%) 1951

区別	月 日		
	6.4	6.26	7.26
新梢葉	散布	—	2.15 (2次新梢2.72)
	無処理	—	1.65 1.98
短枝葉	散布	2.25	2.21
	無処理	1.88	1.99

散布区の短枝及び新梢葉中の窒素成分含量は無処理区より高かつた。更に両区とも6月中旬、短枝及び新梢の大部分は生育を停止したが、その後散布区においては、葉中窒素含量が増加したためか、6月20日頃から7月27日までの間に、新梢の55.5%及び短枝の26%が2次伸長を開始し、その結果、11月9日における新梢1本当平均長は無処理区の2倍に達した(第33、34表)。

また1952年、発芽後両区の頂芽中の花芽数を調査したが、散布区では、全頂芽の28.4%が花芽になつたのに対し、無処理区では頂芽の僅か2.9%が花芽になつたに過ぎなかつた(第35表、第5図)。

ハ 実験 3

尿素の葉剤混用散布によって、葉に対する葉害は殆んど認められなかつた。単用散布区、葉剤混用散布区とも無処理区に比較して著しく葉色をまし、8月24日の両区の葉中窒素含量の差は1%水準で有意であつたが、単用散布区と混用散布区との間には有意差は認められなかつた(第36表)。

第33表 尿素散布が新梢の2次伸長に及ぼす影響

1951

区別	新梢 総数 (本)	6月29日				7月5日				7月27日				1本当* 新梢長 cm						
		伸長継続		停止		2次伸長		伸長継続		停止		2次伸長								
		本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%	本数	%							
散 布	83	8	9.6	44	53.0	31	37.4	8	9.6	34	41.0	41	49.4	8	9.6	29	34.9	46	55.5	10.7
無 处 理	100	0	0	100	100	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	91	91.0	9	9.0	5.8

* 11月9日

第34表 尿素散布が短枝の2次伸長に及ぼす影響
1951

区別	短枝 総数 (本)	6月29日				7月5日			
		伸長停止		2次伸長		伸長停止		2次伸長	
		本数	%	本数	%	本数	%	本数	%
散 布	924	726	78.6	198	21.4	684	74.0	240	26.0
無 处 理	1245	1227	98.6	18	1.4	1225	98.4	20	1.6

第35表 尿素散布が花芽形成に及ぼす影響
1952年5月調査

区別	全頂芽数	花芽		中間芽	
		数	%	数	%
散 布	1007	286	28.4	721	71.6
無 处 理	1345	39	2.9	1306	97.1

第36表 尿素の葉剤混用散布が葉中窒素含量に及ぼす影響(乾物中%) 1951

区別	1	2	3	平均*
無 处 理	2.43	2.07	1.56	2.02
單用 散布	2.75	2.61	2.23	2.53
混用 散布	3.00	2.52	2.30	2.61

* L.D.5% level 0.26, 1% level 0.44

3 考 察

ポット試験及び圃場試験の結果、尿素はりんご葉から吸収され、葉色、葉中窒素含量を増し、新梢の伸長、幹径の肥大、根の発育を促すことが明らかになった。

また窒素欠乏状態の樹では、散布後8時間位から葉面吸収が認められた。しかし果色及び果実の大きさに及ぼす影響は、この試験では明らかでなかった。而して菅原は、煙草で葉面から吸収された尿素は、その同化機構はまだ明らかではないが、蛋白質にまで同化されることを認め、潮田は、桑において散布尿素が蛋白質にまで同化されることを確めているが、本実験によって、りんごにおいても葉から吸収された尿素が蛋白質にまで同化されることがほど明らかになった。

また極度に栄養状態が悪く、こゝ数年来殆んど花芽のつかなかつた紅玉樹においては、無処理区に比較して散布区に非常に多くの花芽がついた。

花芽形成の要因は非常に多く複雑であるから軽々しく論ずることは出来ないが、この実験に関する限りでは、葉から入った尿素が花芽形成を多からしめたものと云うことが出来る。本試験で主として使用した濃度は、水10l 当尿素60g液(0.6%液)であったが、この濃度では殆んど葉に対する薬害は認められなかつたし、大畑、西鷗もこの濃度は安全濃度であることを報告している。

また7月下旬～8月中旬、尿素をボルドー液及び硫酸銅剤に混用散布したが薬害は認められず、混用散布区の葉中窒素含量と単用散布区との差は認められなかつた。

しかしこれ等の点については更に品種を変え、散布時期を変え、反覆試験する必要がある。何故ならば、樹勢の相違、結実量の多少、天候の状態によって、りんご葉の機能には差が認められるし、たとえ濃度が同じであつても、散布量の多少によって実質的濃度は変つてくるからである。

而して我国のりんご栽培で窒素の追肥を必要とする時期は前述のごとく5月より6月末までであり、また草生栽培でりんごと被覆作物との間に窒素成分の競奪がおこるのも主としてこの期間である。

従つてこの期間に尿素の葉面散布を実施することは、施肥の合理化から考えても、草生栽培における窒素成分競奪防止の点から云つても非常に合理的であると考えられる。この期間の葉剤散布は開花直前、落花直後、落花10日後、落花25日後の4回であり、この際尿素を混用散布すれば、前3回は石灰硫黄合剤、最後はボルドー液との混用となる。ここに混用による薬効の減退が問題となつてくる。

RICHARDSは散布尿素剤ニューグリーンを水和硫酸銅剤に混用散布すれば、apple scabの防除効果が減退することを報告している。病気の種類は違うが、石灰硫黄合剤に尿素を混用した時のモニニア病及びウドンコ病防除効

果、更にボルドー液に混用した時の黒点病防止効果及び銹果発生との関係など今後解決を要すべき問題である。

4 摘 要

1951年から1954年までにわたり、尿素が葉面散布によつてりんご葉から吸収されるかどうかを検するため、圃場及びポット試験を実施した。試験結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 尿素は葉面散布によつてりんご葉から吸収され、尿素60gを水10Lに溶かした濃度(0.6%液)では葉焼が認められなかつたが、尿素120gを水10Lに溶かした濃度(1.2%液)では葉縁に若干の葉焼を生じた。

(2) 窒素欠乏状態の樹では、散布8時間後から尿素の葉面吸収が認められた。

(3) 尿素散布はりんごの葉色、葉中窒素含量(全窒素及び蛋白態窒素)、新梢及び幹径の伸長肥大、根の発育を増したが、果色及び果実の大きさに対しては明らかな影響を及ぼさなかつた。

(4) 尿素散布によつて、極度に衰弱して数年間花芽がつかなかつた紅玉若木は著しく樹勢を恢復し、その結果無散布区の花芽は頂芽の2.9%に過ぎなかつたにもかかわらず、散布区では頂芽の28.4%が花芽となつた。

(5) 7月下旬から8月中旬にわたり、尿素を石灰硫黄合剤及びボルドー液に混用散布したが、尿素は単用散布同様葉から吸収され、葉焼は認められなかつた。

II 尿素葉面散布の実用化に関する試験

緒 言

前述の各調査によつて、尿素は我国の気象条件並びに我国の栽培条件下においても、りんご葉から非常に速かに吸収されることが明らかになつた。

しかしこの施肥法をりんご栽培で実用化するためには解明しなければならない問題が多い。

第一の問題は、尿素を薬剤に混用して散布することができるか否かと云うことである。即ち、尿素の葉面散布をりんご栽培に利用するとすれば、原則的には5~6月に追肥として利用すべきであり、その第1回の散布時期はりんごの葉数が相当多くなり、かつ葉面積も大きくなる5月上旬であると考えられるし、最終散布は、その目的が追肥である以上、土壌追肥同様遅くとも6月下旬までに終了しなければならない。

この期間の定期的薬剤散布は普通開花直前、落花直後、落花10日後(100~120倍石灰硫黄合剤)、落花25日後(

ボルドー液)であるから、もしこの薬剤に尿素を混用散布することが出来れば非常に好都合である。

第二の問題は薬害である。前述の調査では、水10L当尿素60g濃度液では葉に対する薬害は殆んど認められなかつた。しかし、薬害の原因は非常に複雑で、樹勢、天候その他要因の影響をうけることが多いから、年、時期、所を変えて反覆試験を実施し、安全な散布濃度を明らかにする必要がある。

第三の問題は、樹勢普通の樹に対して、尿素の散布を何時頃で打切るかと云うことである。即ち尿素はりんご葉から非常によく吸収され、その肥効が早くあらわれるから、散布時期のいかんによつては、窒素の過剰供給となり果色その他に悪影響を及ぼすおそれがある。

筆者等はこれ等の諸点を明らかにするため次の調査を実施した。

1 尿素の薬剤混用散布がりんご樹に及ぼす影響

(1) 試験方法

1952年に10年生国光を使用して実施した。区別は土壤施肥区、尿素单用散布区、尿素混用散布区の3区、各区の供試樹数は4本(計12本)であった。各区とも基肥として4月中旬1本当硫酸安(20%)563g、過磷酸石灰(16%)570g、硫酸カリ(46%)585gを施した。追肥は散布区には水10L当尿素62g濃度液(0.62%液)を1本当、5月15日5.4L, 23日7.2L, 31日9.0L(以上混用散布区は10L当硫酸鉄31g加用100倍石灰硫黄合剤に混用), 6月18日16.2L(混用区は2~12式ボルドー液混用), 尿素にして236.3g(成分量で窒素約109g)を散布し、一方土壤処理区は6月2日、6月17日、それぞれ硫酸(20%)281.5g(計563g)(成分量で窒素112g)を与えた。

摘果は1果40葉になるように丁寧に実施し、果実は11月8日に採取した。

(2) 調査結果

調査は3区の葉中窒素成分含量、果色、果実の1個平均重量、果実の錆、黒点について実施した。葉分析の実施要領は前項に示したとおりである。葉色は1樹の全葉実を色の濃淡、着色の具合によって、A、B、C、D、Eの5階級にわけ、各階級の全葉に対する割合を求め、これにAは8、Bは6、Cは4、Dは2、Eは1を乗じ、その合計を求めて果色指数とした。

黒点及び錆は、健、小、中、大の4階級にわけた。即ち、黒点の「小」は萼窓の所に小さな「ほし」が3個以内で商品価値を殆んど損わないもの、「中」は萼窓に4個以上或いはりんごの臍部に「ほし」が1個以上出て若干商品価値を落すもの、「大」は非常に「ほし」が多く

出て販売に適さないもの、锈の「小」は梗锈及び锈が梗窓内にとどまり、商品価値からみれば健全と同様に取扱われるもの、「中」は锈が梗窓まであがつたもの、「大」は锈が果面の相当の範囲に及んだものを指した。調査結果は第37、38表のとおりである。

尿素葉面散布区では混用、単用両散布区とも同一量の窒素肥料を土壤に与えた土壤処理区に比較して葉中窒素

第37表 尿素散布が葉中窒素含量に及ぼす影響
(乾物中%) 1952

区別	月日	6.5	6.30	7.21	9.15
		尿素混用	3.79	3.84	3.54
尿素单用		3.55	3.91	3.72	2.96
土壤処理		3.52	3.65	3.36	3.05

第38表 果実に及ぼす尿素散布の影響 1952

区別	1個平均重 g	果色 指數	锈 %				黒点 %			
			健	小	中	大	健	小	中	大
尿素混用	186.3	248.0	53.3	20.9	24.4	1.4	99.7	0.3	0	0
尿素单用	189.9	244.5	34.6	25.8	38.5	1.1	99.1	0.6	0.3	0
土壤処理	149.5	251.6	65.3	11.5	22.4	0.8	99.4	0.6	0	0

成分含量は7月下旬まで一般に高く、混用、単用両散布区にはその差は殆んど認められなかつた。果実の1個平均重量は両散布区とも、土壤施肥区に比較して非常に大きく、一方果色は、果色指数では殆んど差は認められなかつたが、散布区の色が若干悪いように観察された。

果実の黒点については各処理区間には全く差は認められなかつた。锈については、土壤処理区と混用散布区との間には、健全果と実用上健全果と同様に取扱われる「小」を合計したものでは差は認められなかつたが、単用散布区の锈は他区より若干多かつた。ただしこの原因は明らかではなかつた。

2 敷布尿素液の濃度と葉の薬害について

りんご栽培においては病害虫防除のため、年間10数回の薬剤が防除暦に従つて散布されている。この際単用散布はまれであつて、普通各種の殺菌、殺虫剤が混用される。

而して各種薬剤の単用散布によつて葉に薬害が出ることがあり、しかもその薬害は混用散布によつて強くあらわれる傾向がある。

これらの薬害はいずれも今日では未然に防止出来るし、たとえ不幸にして発生したとしても、軽微なうちにとめることができある。尿素を葉面に散布すると、濃度が高い時は単用散布によつて尿素そのものの薬害があらわれるが、尿素を薬剤に混用することによつて、薬剤による薬害に尿素による薬害が加算されてあらわれる危険性がある。

しかも、尿素散布を主として利用する時期は、5月初旬から6月中旬までの葉が若く、最も薬害が出易い時期

である。また樹勢の強弱、品種の相違によつて薬害の出方は異なるものであるから、この点を吟味し、その安全散布濃度を決定することは、尿素葉面散布の実用化をはかるにあたつて非常に大切なことである。

故に筆者等は1952年より1954年までの3カ年にわたり薬害に関する各種の調査を実施した。薬害はその程度により次の3階級にわけた。

なし……「一」

軽……「土」葉の縁または先端が少し焼けたもの

大……「十」葉縁が焼けて縮んだり、一部落葉したもの

(1) 尿素の単用散布と葉の薬害

イ 敷布濃度と薬害

樹勢普通とみなされるゴールデンデリシャス、印度デリシャス、紅玉、旭、祝、国光各3本宛を使用し、1952年5月16日、22日、31日の3回にわたり、枝別に水10L当尿素42g(0.42%)、52g(0.52%)、62g(0.62%)液を散布した。調査は散布後1週間にわたり実施した。その結果は第39表のとおりである。0.62%液散布では、品種により、時期により、軽微な薬害を生ずる場合が認められた。

ロ 樹勢の強弱と薬害

慢性紋羽病のため樹勢が衰弱し、葉が小さい樹に対して尿素を単用散布した。散布月日は1952年5月31日で、濃度は0.42%液、0.52%液、0.62%液であった。結果は第40表のとおりである。

樹勢の衰弱した樹では0.42%濃度液でも薬害が生じた。

第39表 尿素散布濃度と葉の薬害 1952

品種		ゴールデン デリシャス	印 度	デリシャス	紅 玉	旭	祝	国 光								
散布月日	濃 度	5.16	5.22	5.31	5.16	5.22	5.31	5.16	5.22	5.31	5.16	5.22	5.31	5.16	5.22	5.31
0.42%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.52%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.62%	-	-	±	-	-	±	±	-	±	-	-	-	-	-	-	-

第40表 樹勢の強弱と葉の薬害 1952

品種		濃度	0.42%液	0.52%液	0.62%液
樹勢	健 全	—	—	—	
国光	健 全 衰 弱	— ±	— ±	— +	
紅玉	健 全 衰 弱	— ±	— ±	— ±	

(2) 尿素の薬剤混用散布と葉の薬害

調査は1952, 1953, 1954の3カ年間実施した。

イ 1952年度

散布濃度は0.62%液(水10l 当尿素62g)とし、散布日まで薬剤を散布していない成木りんご樹に開花直前、落花直後、落花10日後、落花25日後の4回混用散布した。その結果は第41~46表のとおりである。

第41表 混用散布と葉に対する薬害

(基剤は石灰硫黄合剤100倍+硫酸鉄10l当31g+砒酸鉛10l当37g)

1952

品種		ゴールデン デリシャス	印 度	デリシャス	祝	紅 玉	国 光								
散布月日	5.10	5.16	5.22	5.10	5.16	5.22	5.10	5.16	5.22	5.10	5.16	5.22	5.16	5.22	
基 剂 剤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
基 剂 + 尿 素	±	-	±	-	+	-	±	-	±	-	±	-	-	-	-
(基剤+硫酸鉄)+尿素	±	-	±	-	+	-	±	-	±	-	±	-	-	-	-
砒酸鉛+尿素	±	-	±	-	+	-	±	-	±	-	±	-	-	-	-
砒酸鉛単用散布	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
尿素単用散布	±	-	±	-	+	-	±	-	±	-	±	-	-	-	-

第42表 混用散布と葉に対する薬害(5月27日散布)

(基剤は石灰硫黄合剤100倍+硫酸鉄10l当31g+砒酸鉛10l当37g+デリス粉)

1952

品種		國 光	紅 玉	デリシャス	ゴールデン デリシャス	祝	旭
散布薬剤	—	—	—	—	—	—	—
基 剂 剤	-	—	—	—	—	—	—
基 剂 + 尿 素	-	—	—	—	—	—	—
(基剤+硫酸鉄)+尿素	-	—	—	—	—	—	—
デリス+尿素	-	—	—	—	—	—	—
デリス単用散布	-	—	—	—	—	—	—
尿素単用散布	-	—	—	—	—	—	—

第43表 混用散布と葉に対する薬害(5月30日散布)

(基剤は石灰硫黄合剤100倍+硫酸ニコチン800倍+生石灰10l当84g)

1952

品種		國 光	紅 玉	デリシャス	ゴールデン デリシャス	祝
散布薬剤	—	—	—	—	—	—
基 剂 剤	-	—	—	—	—	—
基 剂 + 尿 素	-	—	—	—	—	—
ニコチン単用散布	-	—	—	—	—	—
ニコチン+尿素	-	—	—	—	—	—
尿素単用散布	-	—	—	—	—	—

第44表 混用散布と葉に対する薬害(6月5日散布) 1952
(基剤は石灰硫黄合剤100倍+T.E.P.P.2000倍)

品種 散布薬剤	国光	紅玉	デリシャス	ゴールデン デリシャス	祝
基 剤	—	—	—	—	—
基 剤 + 尿 素	—	—	—	—	—
T.E.P.P.単用散布	—	—	—	—	—
T.E.P.P.+尿 素	—	—	—	—	—
尿 素 単 用 散 布	—	—	—	—	—

第45表 混用散布と葉に対する薬害(6月5日散布) 1952
(基剤は石灰硫黄合剤100倍+ホリドール2000倍)

品種 散布薬剤	国光	紅玉	デリシャス	ゴールデン デリシャス	祝
基 剤	—	—	—	—	—
基 剤 + 尿 素	—	—	—	—	—
ホリドール単用散布	—	—	—	—	—
ホリドール + 尿 素	—	—	—	—	—
尿 素 单 用 散 布	—	—	—	—	—

第46表 混用散布と葉に対する薬害 1952
(基剤は2-12式ボルドー液+硫酸亜鉛10l当42g)

品種 散布月日	国光		紅玉		デリシャス		ゴールデン デリシャス		祝	
	6.12	6.16	6.12	6.16	6.12	6.16	6.12	6.16	6.12	6.16
基 剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
基 剤 + 尿 素	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
尿 素 单 用 散 布	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

これ等の調査成績を取まとめてみると、石灰硫黄合剤及びボルドー液に水10l当尿素62gを混用散布した場合、開花直前の葉の若い時には若干薬害が認められた。

而して薬害の認められた時期には、水10l当尿素62gを単用散布しても薬害が認められているから、この薬害は混用散布によって特に引起されたものとは考えられなかつた。

□ 1953年度

1951年及び1952年の諸試験結果から、樹勢普通の樹に対する散布濃度は、水10l当尿素62gでは濃い傾向が認められ、その実用散布濃度は水10l当尿素42g内外であろうと考えられたので、本年は特に混用散布の葉に対する薬害試験を行はず、0.42%濃度で尿素の葉面散布に関する各種の試験を実施した。所が当年は早春非常に寒く、

その結果りんごの葉色は非常に淡く、5月下旬頃から一部に石灰硫黄合剤散布による葉の薬害が認められ、尿素を混用散布した樹では相当ひどい薬害を生じた。ここにおいて混用散布と葉に対する薬害に関して再検討する必要を感じ、6月4日試験を実施した。

春以来一度も薬剤を散布していない国光成木を使用し、水10l当尿素31g, 42g, 52g濃度で単用及び混用散布を実施した。その結果は第47表のとおりである。

これによると、尿素単用散布及びこの時期に混用されるのが普通であるホリドールの単用散布による薬害は全く認められなかつたが、石灰硫黄合剤100倍の単用散布によって、尿素散布による薬害に非常に似た石灰硫黄合剤による薬害が認められ、これに尿素が混用された場合特に0.52%液混用散布では相当ひどい薬害が生じた。

第47表 尿素散布と葉に対する薬害(6月4日散布) 1953

区別	尿 素			石灰 硫黄 合剤 100 倍	ホリドール		硫黄合剤+砒酸鉛 2500倍		硫黄合剤+ ホリドール2000倍 1500倍		硫黄合剤								
	0.52%	0.42%	0.31%				0.52%	0.42%	0.31%	0.52%	0.42%	0.31%							
葉害の程度	-	-	-	土	-	-	-	+	+	土	+	+	土	+	+	土	+	+	土

ハ 1954年度

開花直前、落花直後、落花10日後、落花25日後の4回

尿素の単用、混用及び各種薬剤を散布し、葉の薬害を調査した。その結果は第48~51表のとおりである。

第48表 尿素散布と葉に対する薬害(開花直前) 1954

散布薬剤	品種	散布月日		5.11	5.17
		紅玉	旭	国光	
基剤(石灰硫黄合剤100倍+砒酸鉛10l当31g+硫酸鉄10l当21g)		-	-	-	-
石灰硫黄合剤単用		-	-	-	-
硫黄合剤+砒酸鉛		-	-	-	-
硫黄合剤+硫酸鉄		-	-	-	-
尿素 単用	0.52%	-	-	-	土
	0.42%	-	-	-	土
	0.31%	-	-	-	-
基剤+尿素	0.52%	-	-	-	+
	0.42%	-	-	-	+
	0.31%	-	-	-	-

第49表 尿素散布と葉に対する薬害(落花直後、5月24日散布) 1954

散布薬剤	品種	紅玉	旭	国光
基剤(石灰硫黄合剤100倍+砒酸鉛10l当31g+硫酸鉄10l当21g)	-	-	-	-
石灰硫黄合剤単用	-	-	-	-
硫黄合剤+砒酸鉛	-	-	-	-
硫黄合剤+硫酸鉄	-	-	-	-
尿素 単用	0.52%	-	-	-
	0.42%	-	-	-
	0.31%	-	-	-
基剤+尿素	0.52%	-	-	-
	0.42%	-	-	-
	0.31%	-	-	-

第 50 表 尿素散布と葉に対する薬害（落花10日後、5月31日散布） 1954

品種	紅玉	旭	国光
散 布 薬 剤			
基剤(石灰硫黄合剤100倍+砒酸鉛10l当31g+硫酸鉄10l当21g)	-	-	-
ホリドール2500倍単用	-	-	-
硫酸ニコチン800倍単用	-	-	-
サッピラン1200倍単用	-	-	-
尿 素 单 用	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	- - -
基 剤 + 尿 素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	± - -
基剤+ホリドール+尿素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	± - -
基剤+硫酸ニコチン+尿素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	± - -
基剤+サッピラン+尿素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	± - -

第 51 表 尿素散布と葉に対する薬害（落花25日後、6月16日散布） 1954

品種	紅玉	旭	国光
散 布 薬 剤			
基剤(2-12式ボルドー液+砒酸鉛10l当31g+硫酸亜鉛10l当42g)	-	-	-
硫酸ニコチン800倍単用	-	-	-
尿 素 单 用	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	- - -
基 剤 + 尿 素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	- - -
基剤+硫酸ニコチン+尿素	0.52% 0.42% 0.31%	- - -	- - -

各品種とも、落花直後及び落花25日後散布では薬害は全く認められなかつたが、開花直前期に國光では水10l当尿素42.52g濃度液の単用散布で若干薬害を生じ、混

用散布によって、その程度は少しひどくあらわれた。

その後、落花10日後の単用散布によって薬害は認められなかつたにもかかわらず、混用散布によって若干の薬

害が認められた。しかし、この際ににおいても水10l 当尿素31g濃度では全く葉害は認められなかつた。

(3) 総括

3カ年にわたる葉に対する葉害試験の結果を取まとめみると、年により、散布時期により、或いは樹勢状態、気象状態の影響をうけて非常に結果がまちまちであり、判断に苦しむ場合が多かつた。また尿素の混用散布によって葉の葉害は少し強く出る傾向が認められた。しかし3カ年の試験から共通に認められたことは、葉に対する尿素の葉害は他の薬剤による葉害とは異なり、一般に軽微であり、葉害程度「土」の場合においても落葉を引起することは極めてまれであり、りんご樹に及ぼす害は殆んど認められなかつたこと、さらに水10l 当尿素31g濃度(0.31%)では各年とも殆んど葉害は認められなかつたことである。

したがって0.31%液内外の濃度で混用散布すれば、葉に対する葉害は殆んど心配はないが、天候条件、その他樹勢状態のいかんによつては、さらにこの濃度を0.21%液内外までさげて散布する方が安全であると考えられる。

3 尿素の後期散布について

尿素はりんご葉から非常に速かに吸収され、葉色をまし、樹勢の恢復、果実の肥大等によい影響を与えるが、一方その効果は土壤施肥に比べて速効的であるため、生育後期まで散布を続けると窒素の過剰供給となり、果実の品質を低下させる危険性がある。故に樹勢普通の樹に対する散布の限界を知る目的をもつて、1953年、尿素を後期まで散布してその影響を調査した。

(1) 試験方法

4月から6月まで標準栽培を実施した樹令15年の紅玉及び国光を使用した。施肥量は10a当成分量窒素5.6kgを硫安で、磷酸2.8kgを過磷酸石灰、加里4.5kgを硫酸加里で施し、磷酸、加里の全量及び窒素肥料の6割は4月中に、窒素の4割は6月中旬に与えた。このように肥料を充分土壤より与えた後次の処理を実施した。

即ち、国光は無処理、7月尿素2回散布、8月尿素2回散布、9月尿素2回散布の4区、紅玉はこれに8月2回、9月2回計4回尿素散布区を加えて5区とした。各区の樹数は2本宛とし、水10l 当尿素42g濃度の尿素液(0.42%液)を毎月1日、15日に単用散布した。

(2) 試験結果

調査は7月30日、8月30日、9月30日の各区の葉中窒素成分含量、収穫時の果色、果肉の窒素含量について実施した。

果肉の窒素含量は国光、紅玉とも各区で最も果色のす

ぐれでいると思われるもの5個を選び、打抜直径1cmのコルクボーラーで打抜き、乾燥後Kjeldahl法によつて測定した。調査結果は第52、53、54表のとおりである。

第52表 葉中窒素成分含量に及ぼす尿素後期散布の影響(乾物中%) 1953

品種	月日	7.31	8.30	9.30
		無処理	7月散布	8月散布
国光	9月散布	3.41	2.94	2.85
	7月散布	3.68	2.95	2.91
	8月散布	3.43	3.26	2.98
	9月散布	3.45	3.10	3.14
紅玉	無処理	3.16	2.58	2.44
	7月散布	3.32	2.61	2.56
	8月散布	3.17	2.89	2.51
	9月散布	3.04	2.60	2.73
	8月9月散布	3.18	2.92	2.75

第53表 果色に及ぼす尿素後期散布の影響
(果色指数) 1953

品種	無処理	7月散布	8月散布	9月散布	8月9月散布
		国光	紅玉	国光	紅玉
国光	297.5	230.5	226.5	205.1	412.2
紅玉	641.4	536.4	532.0	570.1	

第54表 果肉中窒素含量に及ぼす尿素後期散布の影響(乾物中%) 1953

品種	処理	無処理	7月散布	8月散布	9月散布	8月9月散布
		国光	紅玉	国光	紅玉	国光
国光	0.30	0.37	0.41	0.32		
紅玉	0.17	0.22	0.32	0.26	0.35	

国光では7月散布区の7月31日葉中窒素含量は3.68%であるのに対し、7月散布しない区(無処理、8月散布、9月散布)の含量はそれぞれ3.41%、3.43%、3.45%、8月散布区の8月30日の葉中窒素含量は3.26%，8月散布しない3区(無処理、7月散布、9月散布)はそれぞれ2.94%，2.95%，3.10%，9月散布区の9月30日の葉中窒素含量は3.14%，散布しない無処理区、7月散布区、8月散布区はそれぞれ2.85%，2.91%，2.98%であった。

紅玉では、7月散布区の7月31日葉中窒素成分含量は3.32%，無処理区、8月散布区、9月散布区、8、9月散布区はそれぞれ3.16%，3.17%，3.04%，3.18%，8月散布区、8、9月散布区の8月30日葉中窒素含量はそれぞれ2.89%，2.92%，無処理区、7月散布区、9月散布区では2.58%，2.61%，2.60%，8、9月散布区、9月散布区の9月30日葉中窒素含量は2.75%，2.73%，無処理区、7月散布区、8月散布区はそれぞれ2.44%，2.56%，2.51%であった。

このように散布した区の葉中窒素含量は、無処理区及びその月に散布しない各区に比較して高く、尿素の葉面

吸収は9月以降も行われていることが明らかになった。

その影響は果実にもあらわれ、散布区の果肉中窒素含量は無処理区に比較して高く、それに伴って果色は悪くなり、特に紅玉の8、9月散布区の果色は極端に悪かつた。

このように7月以降の尿素散布区の果色が悪くなつたことは、現在りんご栽培において採用されている施肥法(年間窒素使用量の6割を基肥として早春施し、4割を6月中旬までに追肥として与える方法)によって施肥され正常な樹勢を維持している樹では、7月以降の尿素の散布は窒素の過剰供給となり、却つてりんごの品質に悪影響を及ぼすおそれのあることを示している。

4 考 察

尿素の葉面散布で最も注目すべきことは、土壤施肥に比較してその肥効が迅速かつ顕著にあらわれることである。

(17)(18) BOYNTONは尿素を葉面に散布すると24時間以内に大部分が吸収され、土壤に施した場合に比較して肥効が速かにあらわれる許りでなく、施した窒素量が同一量の場合、葉中窒素含量が葉面散布の場合に増加することを認めている。

筆者等の調査においてもこの傾向が認められた。即ち基肥を同一量とし、追肥を葉面散布で実施した場合には、同一量の窒素を土壤に施した場合に比較して葉中窒素含量は高く、果実の1個重量も大きかつた。

(19) 青森県下において葉面散布試験を実施した大畠等の実験結果によれば、尿素散布区果実の1個平均重量は土壤施肥区に比較して大きく、その差は統計学的に有意であることを認めたが、果実の色沢、品質に関しては有意差を認め得なかつた。而してこの原因について大畠等は、樹の個体差及び試験園の土壤が肥沃な沖積土であるためと述べている。

筆者等の調査では、散布区の果実は土壤施肥区に比較して着色が若干劣るように観察されたが、これは土壤施肥よりも散布した方が能率的に窒素が効いたためと考えられる。

次に基肥及び追肥で窒素が充分与えられている状態の樹に、遅くまで尿素の散布を続けた場合は、果色を損じ品質にマイナスの効果を与えた。この点については、FISHERも真夏の尿素の散布は果実の肥大を促進し、収量を増加したが、果色を減退させたことを報告している。したがつて尿素散布をやめる時期は普通の場合には落花25日後、遅くとも6月下旬頃までに終らなければならぬものと考えられる。

しかしながらこの事実は、樹勢の弱い樹に対しては、6月以降の散布は樹勢恢復に効果を示すことを意味するものであり、利用法のいかんによつては、尿素散布の有利な面を示すものと云うことが出来る。

果実に及ぼす尿素薬剤混用散布の薬害については、主として果実の銹及び黒点病について調査したが、害は殆んどなく、また混用による薬効の低下も認められなかつた。

葉に対する薬害については、散布の時期、散布回数、散布量、樹の栄養状態、土壤条件、気象等の影響をうけるため一概に云うことは出来ないが、本調査及び大畠等の調査結果からみれば、安全な散布濃度は水10l当尿素31g濃度(0.31%)内外であると考えられる。

以上の諸調査の結果、尿素の薬剤混用散布は、我国のりんご栽培においても充分採用出来ることが明らかになつた。

而して尿素の葉面散布をりんご栽培において利用するとすれば、原則的には追肥として利用すべきものであり、その散布時期は開花直前から落花25日後までの間に3~4回、散布濃度は、水10l当尿素21~31g濃度(0.21~0.31%)であると推測される。

5 摘 要

尿素の葉面散布を我国のりんご栽培において実用化する目的をもつて、1952年~1954年までの3カ年にわたり諸調査を実施した。その結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 追肥として尿素を葉面散布した方が、同一量の窒素を土壤に与えた場合より肥効が早くあらわれ、葉色はまし、葉中窒素含量は高く、果実も大きくなつた。しかも尿素の混用散布によって散布薬剤の効力の減退は認められなかつた。

(2) 葉に薬害を引起さない薬剤混用散布濃度は水10l当尿素31g(0.31%)内外であつた。

(3) 基肥及び追肥を6月末までに充分与えられた樹勢良好な樹では、7~9月の尿素散布によって果色は著しく低下した。

(4) 以上の諸結果から、尿素の葉面散布を利用する時期は、普通には、開花直前、落花直後、落花10日後、落花25日後の4回で、遅くとも6月中には散布を終了しなければならないことが明らかになつた。

III 草生りんご園の窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果

草生栽培を実施する場合、りんごと被覆作物との間に、生育初期（主として5月から6月末まで）窒素成分に関して競合がおこり、これが草生栽培の大きな欠点の一つとなっている。尿素の葉面散布は、この欠点を防止するために非常に合理的な手段と考えられるから、1952年より1954年までの3カ年にわたり諸調査を実施した。

1 草生りんご園の葉中窒素成分含量に及ぼす尿素葉面散布の効果

1952年、草生栽培開始後2～3年を経過し、窒素成分の競合徵候が明らかに認められているりんご園において試験を実施した。各園の品種、樹令、土壤型は第55表のとおりである。

第55表 試験園の概況

園	品種	樹令年	土 壤	被 覆 作 物
A	デリシャス	25	沖 潟 土	赤クローバー
B	国 光	40	暗 土	赤クローバー
C	紅 玉	15	栗 砂 土	赤クローバー
D	紅 玉	20	栗 砂 土	白クローバー
E	国 光	45	褐色ボドゾール土	赤クローバー

試験区別は清耕尿素散布区、清耕無処理区、草生尿素散布区、草生無処理区の4区、各区の樹数は4本宛であった。

各園の施肥量は清耕、草生両区とも10a当成分量窒素15kgを硫安で、磷酸7.5kgを過磷酸石灰で、加里15kgを硫酸加里で、殆んど全量を基肥として早春与えた。

散布濃度は水10l当尿素62g(0.62%)として、薬剤に混用して開花直前、落花直後、落花10日後(いずれも100倍石灰硫黄合剤混用)の3回散布した。試験開始当時は草生区の葉色は清耕区に比較して明らかに悪かつたが、尿素2回散布後の頃から葉色がよくなってきた。6月8日～10日までの間に各区から常法によって採葉し、葉中窒素含量を測定した。その結果は第56表のとおりである。

第56表 尿素の葉面散布が葉中窒素含量に及ぼす影響(乾物中%) 1952

園	草 生		清 耕	
	尿素散布	無処理	尿素散布	無処理
A	3.45	3.11	3.27	3.23
B	3.32	3.21	3.52	3.36
C	3.28	2.81	—	3.13
D	3.12	2.61	—	3.04
E	3.20	2.95	3.15	2.97

草生無処理区の葉中窒素含量はE園を除き清耕区に比較して一般に低く、特にC、D園において著しかつたが、草生尿素散布区の葉中窒素含量は清耕区に劣ることなく、尿素散布がりんごと草の窒素成分競奪防止に及ぼす効果は非常に顕著であった。

2 草生りんご園の樹勢恢復に及ぼす尿素葉面散布の効果

青森県りんご試験場3号園は、平均勾配12度、傾斜長220mの南面傾斜地で、土壤侵蝕の被害甚だしく、さらに戦時中の不充分な管理によって終戦時は荒廃園と化しておった。この園における樹勢恢復は土壤侵蝕防止が先決問題であったから、1949年以降草生栽培を実施した。即ち、1949年赤クローバーによる帯状草生栽培を実施し、1951年1度耕起後オーチヤードグラス全園草生に切替えた。

この間肥料も清耕栽培の時より多く施して樹勢の恢復につとめたが、これまでの樹勢衰弱が甚だしかつたことと、さらに草生栽培初期のりんごと草の養水分競奪のため容易に恢復しなかつた。

このような状態のりんご園においては、窒素成分競奪防止策の一手段として尿素葉面散布の効果が期待されるので、1952年から1954年までの3カ年にわたり試験を実施した。

品種は国光、紅玉、樹令は大略45年、供試面積は国光20a、紅玉20a計40aであった。試験区別は窒素土壌施肥区、尿素混用散布区の2区、両品種とも10a宛処理し、各区の中揃った樹5本を選んで調査樹とした。調査は而処理区の葉中窒素含量、果実の1個平均重量、果色、果実の锈、黒点について実施した。

(1) 1952年度調査結果

両区とも基肥は4月中旬、1本当硫安(20%)1.12kg、過磷酸石灰(16%)1.14kg、硫酸加里(16%)585gを与えた。追肥として尿素散布区は0.62%尿素液を1本当5月13日9.0l、23日12.6l、6月3日16.2l(以上100倍石灰硫黄合剤混用)、6月17日36.0l(2-12式ボルドー液混用)計4回、73.8l(窒素成分量で213.8g)を散布した。一方土壤処理区には6月2日1本当硫安562.5g、17日硫安562.5g、計1,125g(窒素成分量で225g)を与えた。さらに紅玉のみは7月2日、散布区には1本当尿素液36.0l、土壤処理区には硫安562.5gを追肥した。

尿素の散布により、開花直前、落花直後には若干葉に葉害が生じたが、落葉するものではなく実害は認められなかつた。

摘果は2度にわたり、1果当40葉になるように実施し、

国光は11月7日、紅玉は10月14日に果実を採取した。調査結果は第57, 58表のとおりである。

葉面散布区の樹勢は外観上同量の窒素を土壤に与えた土壤処理区に比較して非常に旺盛であった。分析の結果散布区の葉中窒素含量は土壤処理区に比較して非常に高く、その影響は果実にもあらわれ、1個平均重量も大きくなつた。一方果色は、指数としては両区間に特に差異は認められなかつたが、散布区の方が若干劣るよう感じられた。

第57表 葉中窒素含量に及ぼす尿素葉面散布の影響
(乾物中%) 1952

品種 区別	月日				
		6.7	6.30	7.21	9.15
国光	散布	3.43	3.96	3.69	2.99
	土壤	3.09	3.63	3.75	2.77
紅玉	散布	3.18	3.45	3.29	2.56
	土壤	2.84	3.11	3.14	2.46

第58表 尿素散布が果実に及ぼす影響

1952

品種	処理	1個平均重量 g	果色 指數	銹 %				黒点 %			
				健	小	中	大	健	小	中	大
国光	散布	192.2	237.9	64.5	18.1	16.7	0.7	99.9	0.1	0	0
	土壤	171.7	263.4	71.7	12.9	15.0	0.4	99.8	0.2	0	0
紅玉	散布	235.2	442.4	12.0	31.6	50.8	5.6	82.4	9.0	6.9	1.7
	土壤	225.1	448.4	16.4	33.6	47.4	2.6	77.6	10.7	10.5	1.2

じられた。果実の銹、黒点については、両区間に全く差は認められなかつた。

(2) 1953年度調査結果

前年度0.62%液の散布で若干葉に葉害が生じたので、当年はその濃度をさげ、0.42%液を散布した。両区とも4月中旬、基肥として1本当尿素(46%)543.8g、過磷酸石灰(16%)1,136.3g、硫酸加里(46%)619gを与えた。追肥として尿素散布区には1本当5月12日18.0L, 26日

第59表 葉中窒素含量に及ぼす尿素葉面散布の影響(乾物中%) 1953

品種 区別	月日				
		6.8	6.24	7.10	8.5
国光	散布	3.72	3.48	3.44	3.08
	土壤	3.29	3.31	3.48	2.96
紅玉	散布	3.48	3.01	3.13	2.83
	土壤	3.14	2.83	2.82	2.67

第60表 尿素散布が果実に及ぼす影響

1953

品種	処理	1個平均重量 g	果色 指數	銹 %				黒点 %			
				健	小	中	大	健	小	中	大
国光	散布	171.2	455.0	26	40	20	14	100	0	0	0
	土壤	156.1	403.0	40	28	18	14	100	0	0	0
紅玉	散布	195.3	726.5	9	10	32	49	48	25	18	8
	土壤	189.0	694.0	10	15	30	45	47	26	15	12

21.6L, 6月3日25.2L(以上100倍石灰硫黄合剤混用), 6月20日28.8L(2-12式ボルドー液混用)計93.6L(窒素成分量で180g)を散布した。一方土壤処理区には上述散布日に散布区と同量の窒素を尿素で施した。その他の管理は前年に準じて実施し、紅玉は10月15日、国光は11月15日に果実を採取した。調査結果は第59, 60表のとおりである。

散布区の樹勢は土壤処理区に比較して前年以上にすぐれ、その葉中成分含量も高く、果実は大きく、果色は土壤処理区のそれとの間に格別の差は認められなかつた。果実の銹、黒点に関しては昨年同様両区間には差は認められなかつた。

られなかつた。

(3) 1954年度調査成績

当年は9月24日襲來した台風15号の影響をうけて、紅玉は90%以上落果したため、その成績をもとめることは出来なかつたが、国光は被害軽微で1本当の落果数は平均10個程度に過ぎなかつたため調査を完了することが出来た。両処理区とも基肥は前年どおり4月中旬に施した。尿素の散布濃度は0.31%液とし、1本当5月13日18.0L, 26日23.4L, 6月3日27.0L(以上100倍石灰硫黄合剤混用)6月20日36.0L(2-12式ボルドー液混用)計4回104.4L

(窒素成分量150g)を散布し、土壤処理区には散布日に同量の窒素を尿素で与えた。果実の採取は11月15日に実施した。調査結果は第61、62表のとおりである。

草生栽培による土壤肥沃化の効果があらわれてか、土壤処理区の樹勢も非常に恢復するにいたったが、葉面散布区の樹勢の恢復は著しく、外観上両区間の差は明らか

第61表 葉中窒素含量に及ぼす尿素葉面散布の影響(乾物中%) (品種国光) 1954

区別	月日	6.11	7.6	7.23	8.9	8.27
	散 布	4.24	4.00	3.84	3.24	3.16
土 壤	3.96	3.80	3.68	3.16	3.10	

第62表 尿素散布が果実に及ぼす影響 (品種国光) 1954

処理	1個平均重量 g	果色指数	銘 %				黒点 %			
			健	小	中	大	健	小	中	大
散 布	165.1	119.5	49.4	16.6	17.1	16.8	98.2	1.8	0	0
土 壤	152.9	99.0	52.6	21.3	15.7	10.4	98.8	1.2	0	0

に認められた。散布区の葉中窒素含量と土壤処理区のそれとの差は前々年、前年程大きくはなかつたが、一般に散布区の方が高く、果実も大きく、果色もすぐれておつた。

3 考 察

(17)(18) BOYNTON は尿素の葉面散布を実施し、施した窒素量が同一の場合には、土壤施肥に比較して葉中窒素含量は増加することを認めている。

FISHER 等は 0.6% 尿素液を落花期及びその後の 2 回の葉剤散布期に、各回 1 本当 450g 実計 1.35kg を散布した場合 60 果の重量は 1.35kg の尿素を土壤に施した区に比較して劣らなかつたが、収量は必ずしもこれに伴わず、葉緑素や新梢生長量も土壤施肥区より劣つていていることを報告している。しかし、予め一定量の肥料を土壤に施し、さらに葉面散布した区の収量は、全量を土壤に与えた場合よりよい結果を示しておつた。

筆者等の実施した試験は、これまで相当量の肥料を土壤に与えても容易に樹勢の恢復しなかつた草生りんご園に基肥を土壤から与えた後 4 回の葉面散布を実施したのであるが、全量を土壤に与えた場合よりは非常に肥効が高く、前述 FISHER 等の成績と相似た結果を示した。このように土壤施肥によっては容易に恢復しなかつた草生りんご園が、年数回の葉面散布によって著しく恢復するにいたつたことは、尿素の葉面散布は草生栽培初期の窒素成分競奪防止に大きな役割を果すことを示すものである。

4 摘 要

草生りんご園の窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果を明らかにするため、1952 年から 1954 年までにわたり諸調査を実施した。その結果は次のとおりである。

(1) 草生栽培開始後 2 ~ 3 年目の葉中窒素含量は、同一量の窒素肥料を与えた場合は清耕区に比較して低かつたが、0.62% 尿素液を 3 回散布することによって清耕区に劣らぬ含量を示した。

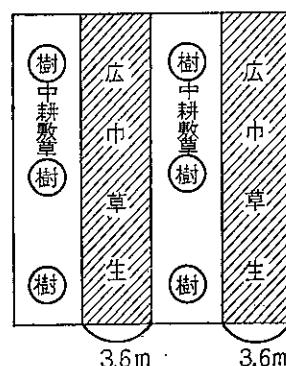
(2) 極端に衰弱し、土壤施肥によっては容易に恢復しなかつた草生りんご園の樹勢は、3 カ年にわたる尿素の葉面散布(毎年 4 回充)によって完全に恢復し、窒素成分競奪防止に及ぼす尿素葉面散布の効果は非常に顕著であつた。

第2節 草生りんご園の窒素成分競奪防止に及ぼす草生敷草法の効果

共同研究者

相馬盛雄 泉谷文足

ここに云う草生敷草法とは、りんご園の全國に被覆作物を播かないで第 6, 7 図のように適当の幅に被覆作物をまき、刈取って草帯と草帯の間に敷草する帶状草生敷草法と称する方法である。



第6図 広巾草生敷草法

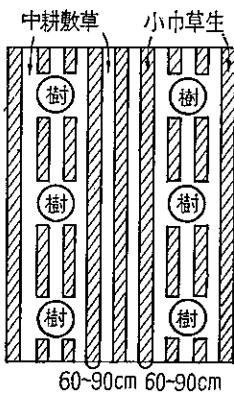
2 実験結果

(1) 土壤中硝酸態窒素の消長

土壤中硝酸態窒素は月2回、15cm及び45cmの土層について常法によって実施し、草生敷草区は草生部と敷草部の2カ所について行った。調査結果は第63、64表のとおりである。

第63表 清耕、草生両区の土壤中硝酸態窒素の消長(乾土100g中のmg数) 1954

月日	区別	15cm		45cm		清耕	
		草生		草生			
		草生	敷草	草生	敷草		
6.15		0.90	5.82	3.90	0.46	2.18	1.40
6.30		0.88	3.25	2.13	0.20	3.53	0.91
7.15		0.94	5.29	3.41	0.66	3.61	1.24
7.30		0.33	2.15	1.61	0.10	2.19	0.62
8.15		2.33	6.45	2.32	0.54	1.53	0.91
8.30		3.84	4.37	2.72	1.38	4.16	1.28
9.15		0.88	2.90	2.52	0.38	2.81	1.56
9.30		1.59	2.51	1.38	1.17	3.09	2.02
10.15		1.49	2.85	2.00	1.84	5.23	0.97



第7図 小巾草生敷草法

りんごと被覆作物との窒素成分競奪を防止するためには、清耕栽培より窒素肥料を多く施すこと、尿素の葉面散布を利用することなどが効果的であるが、帯状草生敷草法を実施することも窒素成分競奪防止のみならず、水分競奪防止と云う点からも有利な方法であると考えられるから、これに関する調査を実施した。

1 実験方法

試験は青森県南郡藤崎町の沖積土りんご園において実施した。

1953年、樹令約35年の国光園に清耕区10a、帯状草生敷草区10aを設定した。被覆作物としてはオーチャードグラスを使用し、播幅は90cmとした。肥料は両区とも成分量10a当窒素22.5kgを硫安で、磷酸11.3kgを過磷酸石灰で、加里22.5kgを硫酸加里で施し、窒素の6割及び磷酸、加里の全量は4月中旬に与え、窒素の4割は5月中旬より6月中旬にかけて3回にわけて土壤に追肥した。

清耕区は年間6~8回ロータリーゲルト機で中耕した。調査は窒素成分の競奪が最も激しく引起される播種2年目及び3年目(1954, 1955年)の2カ年にわたりて実施した。被覆作物の刈取は1954年6回、1955年は8回、いずれも草丈35~45cm内外の時に行い敷草したが、その生草量は10a当1954年4,500kg、1955年は5,625kgに達した。

調査は両区の土壤中硝酸態窒素、葉中3成分含量の時期別消長及び土壤構造について実施した。葉分析は窒素はKjeldahl法、磷はMolybdivanado phosphoric acid比色法、加里は焰光度計法により、その値は全て乾物中のN, P, K%として示した。

第64表 清耕、草生両区の土壤中硝酸態窒素の消長(乾土100g中のmg数) 1955

月日	区別	15cm		45cm		清耕	
		草生		草生			
		草生	敷草	草生	敷草		
5.30		0.34	1.42	0.66	0.16	1.16	0.58
6.15		0.74	1.63	2.13	0.74	1.42	2.99
6.30		2.35	2.67	2.48	0.97	2.59	2.70
7.15		3.00	3.46	3.29	2.03	3.75	3.59
7.30		3.89	5.70	4.94	1.81	4.78	3.16
8.15		2.99	8.56	6.58	1.56	2.13	3.29
8.30		0.94	2.24	1.13	1.27	1.38	0.94
9.15		1.54	1.35	1.19	1.35	1.03	1.92
9.30		0.84	2.54	2.02	0.84	1.79	1.54

両年とも、草生部の土壤中硝酸態窒素含量は清耕区に比較して低く、特に草生開始後2年目において著しかった。しかしながら、敷草部土壤の硝酸態窒素含量は清耕区のそれを上回り、特に1954年度の調査結果では、清耕区をはるかに上回る値を示した。

(2) 葉中3成分含量の消長

各区に調査樹5本をおき、両年とも6月15日より9月30日まで、毎月2回葉分析を実施した。分析結果は第65,

66表のごとく、深耕、草生両区の葉中3成分含量の間に差は認められなかつた。

第65表 清耕、草生両区の葉中成分含量(乾物中%) 1954

月日	清耕			草生		
	N	P	K	N	P	K
6.15	3.00	0.27	1.68	3.24	0.27	1.61
6.30	3.69	0.28	1.96	3.74	0.27	1.94
7.15	3.72	0.28	1.92	3.84	0.27	1.91
7.30	3.74	0.28	1.84	3.79	0.27	1.73
8.15	3.69	0.20	1.54	3.76	0.20	1.66
8.30	3.41	0.20	1.33	3.54	0.20	1.27
9.15	3.18	0.20	1.27	3.39	0.19	1.21
9.30	3.03	0.20	1.16	3.27	0.18	1.11

第66表 清耕、草生両区の葉中成分含量(乾物中%) 1955

月日	清耕			草生		
	N	P	K	N	P	K
6.15	3.49	0.29	1.90	3.46	0.27	1.74
6.30	3.48	0.25	1.69	3.46	0.24	1.74
7.15	3.51	0.22	1.68	3.53	0.20	1.70
7.30	3.50	0.20	1.71	3.39	0.19	1.79
8.15	3.46	0.18	1.73	3.52	0.18	1.71
8.30	3.40	0.18	1.61	3.31	0.18	1.59
9.15	3.14	0.18	1.43	3.13	0.18	1.39
9.30	3.17	0.18	1.08	3.23	0.18	1.29

(3) 両区の土壤構造

1955年、両区の土壤について団粒分析を実施した。分析方法は第3章第2節に詳述している。調査結果は第67表

第67表 土壤管理の相違が土壤構造に及ぼす影響 1955

区別	土層 cm	団粒の組成						殖するため、 有機化合物の 分解によって 生ずるアンモニ アの量だけ では足らずに 土壤中に存在 するアンモニ ア態または硝 酸態窒素を利 用するからで ある。さらに 4年目頃から 硝酸態窒素が
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.10mm	1.0mm 以上の合計	
清耕	10	6.9%	7.5%	11.1%	9.6%	12.3%	14.2%	
	20	14.0	12.9	12.2	9.5	6.5	26.9	
	30	14.7	12.4	12.2	11.2	7.5	27.1	
草生部	10	16.7	13.3	18.5	14.7	7.0	30.0	
	20	15.0	12.7	14.1	15.7	13.7	27.7	
	30	29.4	23.1	14.2	8.4	5.1	52.5	
生 敷草部	10	34.4	22.4	11.3	7.9	6.8	56.8	
	20	25.8	23.4	14.8	7.5	4.7	50.2	
	30	29.1	23.5	12.6	8.2	4.9	52.6	

表のとおりである。

草生部及び敷草部の1mm以上の团粒は清耕区に比較して非常に多く、特に敷草部の2.5mm以上の团粒の増加が著しかつた。

3 考察

清耕栽培の場合と同一量の窒素肥料で草生栽培を実施すると、最初の2~3カ年間は、りんごと被覆作物との間に窒素成分の競奪が引起され、草生区の樹勢が若干低下するのが普通である。本実験においては、被覆作物の播種面積を園の $\frac{1}{2}$ となるように帶状草生敷草法を実施したところ、窒素成分競奪が最も激しく引起される草生開始後2~3年目においても、外観上この競奪は認められず、両区の葉中窒素含量の間に差は認められなかつた。

この原因は被覆作物を全面に播種しないため、草によって土壤中から奪いとられる養水分が少くなり、一方刈取った草は敷草されたため、敷草下の硝酸態窒素は清耕区に劣らなかつたためと考えられる。

敷草によって土壤中硝酸態窒素が増加すると云う成績は非常に多いが、⁽⁵⁴⁾⁽⁸⁶⁾⁽⁹⁷⁾⁽¹²⁾敷草下の硝酸態窒素が減少すると云う成績も報告されている。⁽¹⁾⁽²⁾

BEAUMONT はりんご園に豆科以外の乾草を多量に敷き土壤中硝酸態窒素に及ぼす影響を調査している。その結果、敷草開始後3カ年間はいかなる時期においても硝酸態窒素は極めて少なかつたが、敷草開始後4年位になると硝酸態窒素は増加することを見出している。同氏はこの原因について次のように考えている。即ち敷草によって当初2~3年間土壤中硝酸態窒素が減少するのは、麦稈等炭素率の高い有機物が土壤に加えられると、土壤微生物は稈中の炭水化物をエネルギー源としてさかんに繁殖するため、

有機化合物の分解によって生ずるアンモニアの量だけでは足らずに土壤中に存在するアンモニア態または硝酸態窒素を利用するからである。さらに4年目頃から硝酸態窒素が

増加してくるのは、有機物の分解が進んで炭素率が低下してくると有機態窒素の蓄積が起つてくるからである。

しかしながら SCOTT は、Straw mulch による土壤中硝酸態窒素の減少は硫安を与えることによって防止できることを明らかにしている。

本調査では、草生部の土壤中硝酸態窒素含量は清耕区に比較して特に草生開始後 2 年目に非常に減少したが、敷草下の硝酸態窒素の減少は認められず、清耕区を上廻る場合すら認められた。

この原因としては、このりんご園においては、SCOTT の述べている場合と同様に基肥及び追肥で大量の窒素肥料が草生部、敷草部に随時施与されており、このためオーチャードグラスは充分窒素を吸収し、かつ草丈 35~45 cm 内外の若い時期に刈取、敷草されているのでその炭素率は低く、その結果禾本科作物を敷草したにもかかわらず、土壤中硝酸態窒素含量は減少することなく、却つて多くなったものと考えられる。

尙本調査によつて、草生敷草開始後 3 カ年にして草生部及び敷草部の土壤構造は清耕区に比較して著しく团粒化し、土壤の肥沃化が進んでいることも明らかになつた。

4 摘 要

1954 年、1955 年の両年にわたり、帯状草生敷草法がりんごと被覆作物との窒素成分競奪防止に及ぼす影響を検討した。その結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 草生部の土壤中硝酸態窒素含量は清耕区に比較して低かつたが、敷草部の土壤中硝酸態窒素含量は清耕区に劣らず、或いはそれを上廻り、草生部の硝酸態窒素の減少を補つた。

(2) その結果、草生区の樹勢、葉中窒素成分含量は清耕区に劣ることなく、被覆作物とりんごの窒素成分競奪は非常によく防止された。

第 3 節 りんごと被覆作物との土壤水分競奪防止に及ぼす被覆作物の刈取効果について

共同研究者

福島 住雄 石塚 亮一

緒 言

降水量の多い我国において、土壤条件の良好なりんご園では、草生栽培による土壤水分の競合は有効水分の欠乏を来すほど著しいものではない。しかし、土壤条件の

悪い乾燥地や傾斜地では、特に乾燥期に草とりんごとの間には土壤水分に対する競合がひきおこされ、養分の競合をも伴つて、りんごの生育に悪影響を及ぼすものである。

したがつて、りんごと被覆作物との土壤水分競奪を防止することは、草生栽培を実施するにあたつて忽せに出来ない問題である。

りんごと被覆作物との土壤水分競奪を防ぐ方法としては、被覆作物の刈取、浅根性被覆作物の利用、灌水等があげられるが、その中で最も実施が容易であり、効果の多いものは被覆作物の刈取であると考えられる。

何故ならば、草生による土壤水分の減少は、基本的に草が土壤より水分を吸収し、草体より蒸散することによって引起されるから、適期に草を刈取ることは、草体よりの蒸散を防ぐために最も有効な手段と考えられるからである。

このような観点から、筆者等はりんごと被覆作物からの蒸散量の実態、刈取の蒸散に及ぼす影響、刈取の土壤水分に及ぼす影響を調査し、併せて刈取生草、稻藁、穀殼を敷草とした場合、それ等の土壤水分保持効果をも検討した。

1 実 験 方 法

圃場における自然状態での蒸散量を測定することは困難であるため、この試験では 50,000 分の 1 ワグナー ポットと同大のブリキ製並びにガラス製ポットを使用し、ガラス室内で調査を実施した。

ポットに填充した土壤はりんご試験場圃場の表土から採取した火山灰土(腐植質砂壤土)であった。試験開始にあたつては土壤水分を乾土に対し 40% になるように調節した。

1951 年、国光、旭の 1 年生苗木を接目から 30 cm の高

第 68 表 りんご樹の生育

品種	樹令	調査項目	単位	5 月			6 月	
				上	中	下	上	中
旭	2	1 日当蒸散量	g	15.0	54.5	81.5	94.0	137.8
		葉 数	枚	31	117	135	131*	143
		葉面積	cm ²	123.20	717.14	1073.81	1343.19	1440.74
		旬間新梢伸長量	cm	0	0	80.3	42.0	24.5
		旬間枝の伸長量	mm	0	0	0	320.0	1646.0
国光	2	1 日当蒸散量	g	3.6	34.1	55.5	51.2	72.2
		葉 数	枚	10	10	62	75	79
		葉面積	cm ²	27.95	287.85	496.67	780.68	770.18
		旬間新梢伸長量	cm	0	0	38.5	10.3	4.3
		旬間枝の伸長量	mm	0	0	0	217.0	1336.0

* 枝折れのため葉数減少

さで切返して栽植した。被覆作物としては赤クローバーを使用し、各ポットに4~5粒宛4月26日に播種して発芽後強健な1株を残し、他は間引いた。

調査は1951年春から実施したが、実際りんごと被覆作物との間に水分の競争が引起されるのは播種2年目の春からであるから、成績は1952年の実験結果について取まとめた。刈取区別は刈取を行わない放任区、5月31日刈取区、6月30日刈取区の3区とし、各3ポットを使用してその生育及び蒸散量を比較した。また刈取った赤クローバー、稻藁、糀穀によって土壤表面を被覆し、土壤表面及び水面からの蒸発量と比較した。

被覆物は10a当赤クローバー生草2,467kgを基準とし、1ポット当赤クローバー生草50g、稻藁及び糀穀は被覆の厚さを3cmとした。赤クローバーは5月31日に刈取ったものを使用して刈取後直ちに被覆し、稻藁、糀穀による被覆は6月1日から実施した。ポットは各区とも2~4個を使用した。蒸散量及び蒸発量を調査するには、感度2gの台秤を使用して毎日10時に重量を調査し、減量だけの水を加えた。

りんご及び被覆作物では植物体からの蒸散による水分損失の他、土壤表面からの蒸発による損失があるので、ポットの上部をゴム引布で被覆して蒸発を防ぐとともに、植物を栽植しないポットの土壤面をゴム引布で被覆し、そのポットからの減量と比較吟味した。

被覆区及び土壤からの蒸発量調査は、稻藁区、糀穀区ではポットの2カ所にさしこんだガラス管を通して水を注入し、赤クローバー生草被覆区は毎回マルチ材料を一たんポットより取除いて直接土壤表面に灌水し、マルチ材料の重量をも測定後再び被覆した。

裸地土壤区はポットにさしこんだガラス管を通して灌水したものと、土壤表面に直接灌水したものとの2区にわけた。

状況と蒸散量の時期的消長

蒸散と生育との関係を知るために、りんご及び赤クローバーは旬毎に葉数、葉面積を、りんごについては枝及び根の伸長量をも調査した。葉面積の調査は葉縁に絵具を塗り、これを紙に写した後切抜いて重量によって算出し、葉縁に附着した絵具は調査毎に水で洗い落した。

根の伸長量はガラスポットに植えられたものについて旬毎に実施し、各期毎にガラス面にあらわれた新根をカービメーターで測定した。

単位面積当の蒸散量は各ポットの旬間蒸散量を各旬末の葉面積で除し、同一処理区の平均をもとめ、蒸発量は各旬毎の蒸発量をポットの面積で除してもとめた。

ガラス室内の気象状況は、午前10時に気温、湿度、地温、最高気温、最低気温を測定した。刈取が土壤水分に及ぼす影響は1952年5月圃場で調査したが、その調査方法は実験結果の項で述べることにする。

2 実験結果

(1) りんごの蒸散量

りんご樹の生育状況と蒸散量の時期別消長を示すと第68表のとおりである。

イ りんごの蒸散量

りんご苗木からの蒸散は、年間の季節による相違が極めて大きく、発芽当時は感量し得ない程度であったが、展葉、葉の伸長、葉数の増加に伴って次第に増加し、旭は7月下旬に最高に近い蒸散を示し、8月中旬に最高となつた。国光は6月下旬最高となり、7月下旬に再び最高に近い蒸散を示し、以後両品種とも次第に減少して12月に及んだ。

ロ 新梢の伸長、葉数の増加、葉面積の拡大と蒸散量との関係

新梢の伸長は5月下旬から始まり、旭は7月上旬、国光は7月中旬に一時停滞し、以後若干の生長を示しつゝ

1952

	7月			8月			9月			10月			11月			計
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
149.8	147.8	156.9	189.7	139.0	191.1	139.1	140.9	139.4	106.0	99.2	90.2	60.2	43.8	14.1	15.3	
143	145	147	139	140	138	136	133	132	127	126	119	109	76	62	34	
1825.14	1863.02	1930.66	2049.59	1999.44	1985.40	1947.14	1909.83	1888.43	1822.50	1816.03	1697.04	1562.37	1482.11	1201.96	748.35	
14.3	1.3	17.9	2.5	2.7	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191.1
1314.0	840.0	1283.0	690.0	380.0	312.5	187.5	342.0	291.5	285.0	123.0	182.5	52.5	32.5	0	0	8282.0
78.6	72.9	71.8	77.9	59.3	66.6	48.9	47.8	42.8	31.6	29.7	26.3	19.1	11.9	3.5	1.6	
84	83	85	85	84	82	70	69	66	59	59	47	39	24	13	3	
935.59	951.07	968.75	993.88	999.09	914.02	910.84	876.34	858.17	820.35	820.35	718.27	603.59	428.44	251.51	53.20	
2.7	3.0	0.9	8.2	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70.2
1047.0	800.0	885.0	735.0	615.0	290.0	126.0	145.0	84.0	36.0	25.0	36.0	4.0	0	0	0	6381.0

旭は8月中旬、国光は8月上旬まで生長を続けた。而して7月一時伸長停滞後の生長量は前期の生長量に比較して少なく、全伸長量に対して前期の生長量は旭84%、国光85%であった。

蒸散量は新梢の生長に伴って増加したが、蒸散が最高となった時期は、新梢伸長停止期に対し旭では4旬、国光では6旬先立っていた。葉数が最高となった時期は旭では7月中旬、国光では7月下旬、葉面積が最高となった時期は旭では7月下旬、国光では8月上旬であったが、その後落葉によって葉数、葉面積は次第に減じた。

旬間の新梢伸長量と旬毎の葉数、葉面積の増加との関係をみると、旭では葉面積との関係($r=+0.681^*$)が葉数との関係($r=+0.673^*$)に少しく勝り、国光では葉数との関係($r=+0.974^{**}$)が葉面積との関係($r=+0.550$)にはるかにまさっていた。

このように新梢の伸長量と葉数、葉面積の増加との相関の程度には相違が認められるが、このことは、新梢の伸長に伴って葉数が増加し、一方落葉による減少があり、また葉の生長が個々の葉によって非常に違っていることにより引起されるものと考えられる。

次に蒸散量と葉数及び葉面積との関係を示すと第69表のとおりである。

全生育期間、新梢停止期まで、新梢停止期以後とも、蒸散量と葉数及び葉面積との間にはいずれも強度の有意相関が認められた。

ハ 根の伸長と蒸散量との関係

旭、国光とも6月上旬からガラス面において根の伸長が観察され、国光は7月中旬、旭は6月中旬に最高の伸長を示した。

第69表 りんごの蒸散量と葉数、葉面積との関係 1952

関係	品種	旭	国光
蒸散量と葉数(全生育期間)		+0.856**	+0.910**
〃 (新梢停止期まで)		+0.765**	+0.906**
〃 (新梢停止期以後)		+0.929**	+0.963**
蒸散量と葉面積(全生育期間)		+0.816**	+0.806**
〃 (新梢停止期まで)		+0.957**	+0.915**
〃 (新梢停止期以後)		+0.908**	+0.892**

長を示した。その時期の伸長量は年間全伸長量に対して旭は19.9%、国光20.9%であった。伸長の最盛期を過ぎた後は両品種とも次第に伸長量を減じ、旭は11月上旬、国光は10月下旬に伸長が停止した。

蒸散と根の伸長との関係をみると、根の伸長最盛期と蒸散の最盛期とは一致しなかつたが、蒸散が最高となる

第70表 根の伸長と蒸散量との関係 1952

関係	品種	旭	国光
蒸散量と根の伸長率(10日毎積算)		+0.619**	+0.789**
〃 〃 (20日毎積算)		+0.704**	+0.828**
〃 〃 (30日毎積算)		+0.749**	+0.824**
〃 〃 (40日毎積算)		+0.797**	+0.821**
〃 〃 (50日毎積算)		+0.828**	+0.799**
〃 〃 (60日毎積算)		+0.839**	+0.747**
〃 〃 (70日毎積算)		+0.849**	+0.686**
〃 〃 (80日毎積算)		+0.822**	+0.616**
〃 〃 (90日毎積算)		+0.785**	+0.527*
〃 〃 (100日毎積算)		+0.730**	+0.447*
〃 〃 (110日毎積算)		+0.647**	+0.337
〃 〃 (120日毎積算)		+0.549**	+0.219
〃 〃 (130日毎積算)		+0.435*	+0.101
〃 〃 (140日毎積算)		+0.323	-0.011
〃 〃 (150日毎積算)		+0.214	-0.108
〃 〃 (160日毎積算)		+0.124	-0.187
〃 〃 (170日毎積算)		+0.071	-0.233
〃 〃 (180日毎積算)		+0.062	-0.240

時期までの旭の根の伸長量は、年間の全伸長量に対して90.8%であった。国光では旭より少なく40.3%であったが、蒸散最盛期と同量の蒸散量を示した7月下旬までの根の伸長量は78.6%であった。

旬別の蒸散量の消長はその旬毎の根の伸長量よりはその時期までの根の積算伸長量との関係が強く、旭は7旬毎($r=+0.849^{**}$)、国光は2旬毎($r=+0.828^{**}$)で最も関係が強く、以後積算期間の増加に伴って関係はうすれたが、最も強い相関を示す積算期間から3~5旬の範囲内ではいずれも強い相関が認められた(第70表)。

ニ 気象と蒸散量との関係

1952年のガラス室内の気象状況は第71表のとおりである。

(a) 1植物体からの蒸散と気象との関係

1植物体からの蒸散量と各気温が最高となる時期は必ずしも一致しなかつた。しかし各旬の気象と各旬の一日平均蒸散量との間には強い相関が認められ(第72表)、

第71表 ガラス室内気象状況 1952

月別	5			6			7			8			9			10			11		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
気象要因																					
10時気温°C	24.1	24.6	24.6	26.2	30.4	29.4	28.7	28.0	34.1	29.5	32.9	28.6	30.9	27.2	23.5	22.6	21.4	16.3	18.4	7.5	10.7
10時湿度%	72	69	72	72	72	76	80	82	79	84	78	81	76	78	83	83	85	89	84	85	89
10時地温°C	15.8	16.1	18.1	19.1	23.1	23.0	22.7	23.0	28.2	24.1	25.7	23.5	23.2	20.3	17.8	15.6	13.8	9.8	8.8	5.1	3.9
最高気温°C	22.3	28.4	27.0	28.0	31.8	32.2	28.9	31.7	35.9	31.7	34.9	31.5	31.2	29.6	26.3	26.0	24.6	19.9	21.5	12.3	12.9
最低気温°C	9.2	10.0	12.1	12.7	16.2	17.6	17.6	19.8	21.0	21.2	19.9	19.3	18.9	16.1	13.9	12.0	9.3	6.6	6.2	3.6	2.5

その程度は最低気温との関係が最も高く、最高気温これにつき、10時気温は最も低かった。

第72表 1植物体からの蒸散量と気象要素との関係 1952

品種 気象要因	旭		国光	
	上	中	上	中
10時気温	+0.865**		+0.848**	
最高気温	+0.904**		+0.882**	
最低気温	+0.938**		+0.878**	
湿度	-0.010		-0.032	

(b) 単位面積からの蒸散と気象との関係

気温の最高となる時期と単位面積からの蒸散量が最高となる時期とは必ずしも一致しなかつた。而して単位面

積当の蒸散量と気象との関係は生育初期の或期間を除けば最高気温との関係が最も強かつた(第73表)。

第73表 単位面積からの蒸散量と気象要素との関係 1952

品種 気象要因	旭		国光	
	上	中	上	中
最高気温	+0.938***		+0.825***	
最低気温	+0.909**		+0.769**	
湿度	-0.811**		-0.739**	

備考 旭は5月下旬、国光は5月を除く

(2) 被覆作物の蒸散量

赤クローバー蒸散量の季節的消長を示すと第74表のとおりである。

第74表 被覆作物の生育及び刈取と蒸散量の時期的消長 1952

区別	調査項目	単位	4月			5月			6月			7月			
			下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
放任	1日当蒸散量	g	14.8	35.8	108.9	127.6	149.5	191.3	153.5	302.8	328.7	342.3			
	葉數	枚	32	44	79	88	140	161	179	221	219	185			
	1葉当蒸散量	mg	462.5	812.5	1378.8	1449.6	1068.0	1188.0	857.8	1370.3	1501.0	1850.1			
5月31日 刈取	1日当蒸散量	g	8.8	24.4	54.5	74.1	5.6	21.0	29.2	44.1	50.8	58.4			
	葉數	枚	25	26	51	65	6	17	32	50	44	43			
	1葉当蒸散量	mg	425.8	939.5	1347.1	1478.5	1073.8	1186.1	820.1	789.9	910.1	1014.2			
6月30日 刈取	1日当蒸散量	g	14.3	34.8	90.9	117.7	135.3	174.5	140.8	27.9	52.3	90.5			
	葉數	枚	33	45	80	86	133	142	175	57	66	67			
	1葉当蒸散量	mg	486.4	850.0	1231.9	1372.9	1125.7	1350.7	810.6	982.1	857.2	1342.2			
区別	調査項目	単位	8月			9月			10月			11月			
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
放任	1日当蒸散量	g	200.1	205.1	140.0	151.1	123.9	108.4	104.4	100.2	74.7	70.8	30.6	24.7	
	葉數	枚	174	105	112	138	116	144	167	175	187	228	140	71	
	1葉当蒸散量	mg	1150.0	1953.6	1250.0	1094.9	1067.8	752.8	624.9	572.4	399.6	301.4	218.8	348.4	
5月31日 刈取	1日当蒸散量	g	26.2	27.8	18.4	23.6	32.6	28.3	30.5	36.0	25.0	24.3	9.2	9.6	
	葉數	枚	27	19	22	27	39	40	59	63	60	82	57	46	
	1葉当蒸散量	mg	708.3	976.0	639.9	811.5	713.5	597.5	502.6	536.2	343.0	294.1	138.4	170.8	

区別	調査項目	単位	8月			9月			10月			11月		
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
6月30日 刈取	1日当蒸散量	g	43.7	34.5	21.1	19.7	23.0	18.7	21.9	23.1	19.5	18.5	7.8	7.8
	葉数	枚	33	29	23	28	28	37	39	42	43	49	43	36
	1葉当蒸散量	mg	849.5	1028.4	862.7	728.2	775.5	537.0	569.7	555.3	460.5	391.2	175.6	204.1

イ 被覆作物の刈取と蒸散量

赤クローバーの葉面蒸散を減じ、土壤中の水分の損失を防ぐため、5月31日、6月30日に刈取を行い、各区の5月下旬の蒸散量を各々100として比較を行った。この指標比では、刈取までの蒸散量には区による差は殆ど認められなかつたが、5月31日刈取を行つた場合には、6月上旬の蒸散量は放任区(刈取を行わないもの)に比較して $\frac{1}{2}$ 程度減り、時間経過とともに増加したが、7~8月を通じても、秋期にいたつて $\frac{1}{2}$ 程度に過ぎなかつた。6月30日刈取区では、7月上旬にはその蒸散量が放任区の $\frac{1}{2}$ 程度に減少し、以後次第に増加したが、刈取の蒸散抑制効果は相当遅い時期まで認められた。

各期の葉数と各期の蒸散量との関係は、放任区では $r=+0.569^{**}$ 、5月31日刈取区 $r=+0.413$ 、6月30日刈取区では $r=+0.916^{**}$ で強い有意相関が認められた。

ロ 気象と蒸散量との関係

(a) 植物体からの蒸散量と気象との関係

1植物体からの蒸散量と各気象要因との関係は第75表

のとおりである。

第75表 1植物体からの蒸散と気象との関係
1952

区別 気象要因	放任	5月31日刈取	6月30日刈取
10時気温	+0.740**	+0.378	+0.435*
最高気温	+0.763**	+0.416	+0.446*
最低気温	+0.809**	+0.307	+0.275
湿度	+0.126	-0.345	-0.654**

放任区では気温との間に強い相関が認められたが、刈取区では強い相関が認められなかつた。

(b) 単位面積からの蒸散と気象との関係

単位面積からの蒸散と気象要因との関係を放任区について調査した所、最高気温との関係($r=+0.919^{**}$)が最も強く、最低気温とは中庸の関係($r=+0.669^{**}$)、湿度とは中庸の負の相関($r=-0.587$)が認められた。

(3) 土壤管理の相違と蒸発量

第76表 各旬1日当

月旬	5月			6月			7月			8月			上
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
土壤下部灌水	—	—	—	—	36.6	27.3	19.5	22.7	26.6	13.5	23.6	16.8	22.5
土壤上部灌水	68.6	71.4	65.2	58.4	74.9	64.5	49.8	52.2	66.6	36.5	62.8	41.6	48.3
クローバー敷草	—	—	—	22.0	37.0	32.4	26.0	29.7	44.8	24.4	43.2	29.3	33.9
稻稲敷草	—	—	—	—	3.9	2.7	2.2	2.0	4.3	2.0	4.7	2.9	3.3
穀穀敷草	—	—	—	—	3.9	3.1	2.2	2.0	4.2	2.0	4.8	3.1	3.7
水面	73.5	78.3	45.3	63.9	89.2	63.0	49.0	54.9	73.0	31.5	55.8	46.2	61.4

第77表 各旬の土壤上部灌水区を100とした各区

月旬	5月			6月			7月			8月			上
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
土壤下部灌水	—	—	—	—	63	36	39	43	40	37	38	40	47
クローバー敷草	—	—	—	38	49	50	52	57	67	67	69	70	70
稻稲敷草	—	—	—	—	7	4	4	4	6	5	7	7	7
穀穀敷草	—	—	—	—	7	4	4	4	6	5	8	7	8
水面	107	110	69	109	153	84	98	105	110	86	89	110	127

敷草は赤クローバー刈取生草敷草区、稻藁区、粗穀区の3区、土壤面からの蒸発は表面灌水、下部灌水の2区にわけ、更に水面蒸発区を加え、同一面積からの蒸発量を比較した。各区の旬別1日当蒸発量と各旬の上部灌水区を100とした各区の蒸発指数は第76、77表のとおりである。

赤クローバー生草敷草区からの蒸発量は稻藁及び粗穀敷草区より多かつたが、土壤面蒸発区よりは各期とも少なく、被覆直後が最も蒸発を抑えた。

稻藁及び粗穀敷草区は、ほど同量の蒸発量を示し、土壤表面蒸発に比較して非常に少なく、年間を通して $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ 程度に過ぎなかつた。

(4) 被覆作物の刈取が土壤含水量に及ぼす影響

1952年5月から6月にかけてりんご試験場1号圃場の土層のよく揃っている赤クローバー草生園を刈取区と無処理区とにわけ、両区の土壤を5カ所からとり、含水量を測定した。この年は5月初旬から約20日間殆んど降雨なく、5月1日より20日までの降水量は4.6mmに過ぎなかつた。試験場圃場の草生区の土壤含水量は清耕区に比較して非常に少なくなつて（第78表）。

このような状態にあつた5月24日、赤クローバーの刈取を行い、刈取った草はその場所に敷草せず他所に持つた。調査結果は第79表のごとく、草生区の土壤水分の減少は刈取によって相当程度まで防ぎうることが明らかになつた。

蒸 發 量 (g) 1952

9月		10月			11月		
中	下	上	中	下	上	中	下
15.3	11.6	9.9	10.6	7.0	7.4	2.3	4.4
38.4	27.8	29.3	29.5	19.3	18.6	6.2	10.6
27.9	20.7	20.9	22.4	15.7	13.2	4.4	7.8
2.9	1.6	1.4	1.3	0.8	1.8	0.8	0.6
2.9	1.7	1.1	1.4	0.8	1.7	1.0	0.6
49.5	36.7	31.2	38.5	26.0	21.5	7.9	12.3

の蒸発指数 1952

9月		10月			11月		
中	下	上	中	下	上	中	下
43	42	34	36	36	40	37	41
73	75	71	76	82	71	71	74
8	6	5	4	4	10	12	6
8	6	4	5	4	9	16	6
140	132	107	130	135	116	127	116

第78表 草生、清耕両区の土壤含水量(容量%)
1952年5月19日

区別	土 层		15 cm	45 cm
	清 草	耕 生		
			33.5	45.4
			22.9	35.9

備考 調査時の赤クローバー草丈 25cm

第79表 被覆作物の刈取が土壤含水量に及ぼす影響(容量%) 1952

調査日	(5.24刈取時)			5.30			6.4			
	区別	草 生		清耕	草 生		清耕	草 生		
		刈取	無処理		刈取	無処理		刈取	無処理	
15cm		20.7	19.2	29.7	22.0	18.0	27.5	18.0	16.0	23.5
45cm		31.2	28.2	39.3	35.0	28.5	41.0	34.0	22.5	39.0

備考 調査時の赤クローバー草丈は30cm、生草量は10a 当約1,875kg

調査期間の降水量 5月25日9.9mm、5月28日0.3mm、6月1日2.5mm

3 考 察

りんごと被覆作物との土壤水分競争及び種々の条件下における土壤表面からの水分蒸発を明らかにすることはりんごの草生栽培を実施するにあたって極めて重要なことである。この試験は一部を除いてポットを使用し、ガラス室内で行われたもので、必ずしも自然状態と一致するものではないが、りんごの蒸散量は生育の進むに従つて増加し、落葉するに従つて減少している。

各期毎のりんごの蒸散量と葉数との関係をみると、強い正の相関が認められ、同時に葉面積との間にも強い相関が認められている。また新梢停止期以前における蒸散量は、葉面積との関係が強く、停止期以後においては、葉数との関係が強かつた。

気象との関係をみると、1植物体よりの蒸散量は最低気温及び最高気温との関係が非常に強く、10時気温とも有意相関が認められたが、湿度との関係は認められなかつた。

また単位面積からの蒸散については、初期の蒸散量を除き最高気温との関係が最も強かつた。旬毎の蒸散量と根の量との関係は、旬毎の根の伸長量よりもその時期までの根の積算伸長量との関係が強かつた。

以上の試験結果から、りんごの蒸散量は葉数、葉面積の増加、気温の上昇、根の積算伸長量の増加に伴つて増加するものと考えられる。

一方赤クローバーの蒸散量もりんごに比較して相関々係は若干弱かつたが、葉数の増加、気温の上昇に伴って増加した。

而して両者とも5月中～下旬以降急激に葉数、蒸散量が増加していくから、これが土壤水分に対する競争に大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

従つてこの競争を防止するためには、被覆作物の蒸散を少なくすることが非常に重要である。この手段として筆者等は刈取を実施したが、その効果は非常に顕著であった。即ち刈取期によって若干の相違は認められたが、刈取後10日間位の期間の蒸散量は刈取らないものに比較して^{1/2}～^{1/3}に減じ、時を経過するに従つて増加したが、刈取後1～2カ月の期間にわたって蒸散防止効果が認められた。

しかも圃場試験においては刈取によって実際土壤水分の損失を防ぎ得ることをも確認することが出来た。

以上により、りんごと被覆作物との土壤水分に対する競争は刈取を実施することによって容易に達成し得ることが明らかとなつた。

しかば、実際圃場状態では、何時頃から刈取を実施すればよいであろうか。この点については、気象状態、土壤条件その他が関係してくるので一様に決定することは出来ない。

青森県の自然状態におけるりんごの葉数、葉面積の増加について1950年筆者等が調査したところでは、6月12日までに頂芽、腋芽、新梢とともにその展葉のそれぞれ98%，100%，91%を終了し、一方葉面積の増大率を葉長の増加についてみれば、頂芽葉、腋芽葉とも6月12日で葉の伸長の100%，新梢葉では77%を終了していた。

従つて年による相違はあるが、実際圃場状態では葉数、葉面積とも5月中旬～下旬より増加し、6月中旬で最高に近くなり、それに伴つて蒸散量は急激に増加するものと考えられる。

一方自然状態における赤クローバー葉の増加について筆者が調査したところでは、播種後2年目の平均草丈は5月11日22.0cm、5月19日44.1cm、5月29日60.2cm、1株当茎数は5月11日28.7本、19日35.1本、29日42.0本となっている。以上のように赤クローバーの生育は5月中旬以降急激にさかんになってくる。

赤クローバー以外の他の被覆作物の生育については、ラデノクローバー及びオーチャードグラスに関する筆者の調査がある。播種2年目の平均草丈はラデノクローバーでは、5月1日13.3cm、11日23.9cm、21日31.1cm、

6月1日48.7cm、オーチャードグラスでは、5月1日26.4cm、11日36.6cm、21日47.8cm、6月1日68.0cmである。

これによつてわかるように、代表的なりんご園被覆作物として使用されているラデノクローバー、オーチャードグラスの生育も5月中旬～下旬以降その生育はさかんになってくる。

以上の結果から、青森県のような気象条件のもとにおいては、水分競争防止の目的をもつて実施する被覆作物の第1回の刈取は5月中旬より下旬にかけて実施し、以後草の生育、気象条件、その他の点を考慮して早めに刈取らなければならないと考えられる。

なお本実験では刈取生草、稻藁、穀穀等敷草材料の土壤面蒸発防止効果をも検討したが、その敷草効果は非常に顕著であった。従つて刈取生草は樹冠下或いは刈取場所に敷草し、乾燥地では国外から稻藁等敷草材料を搬入して樹冠下その他に敷草することは、土壤水分の損失を防止し、草生栽培を安全に実施するために有効な手段と考えられる。

ただ刈取生草を牧草の上に敷くとき、敷草量が多くなると敷草下の被覆作物が枯死することがあるから、早目に刈取つて敷草量を加減するとか、或いは被覆作物を条播し、刈取生草を条間に敷くなどの方法を構じて被覆作物の枯死を防ぐように心掛けなければならない。

4 摘 要

(1) 1952年青森県りんご試験場ガラス室内においてポットに栽植したりんご苗木、赤クローバーの蒸散量、刈取が赤クローバーの蒸散に及ぼす影響及び赤クローバー刈取生草、稻藁、穀穀等敷草材料の土壤面蒸発防止効果について試験を実施した。また赤クローバーの刈取が土壤水分含量に及ぼす影響について圃場試験を実施した。

(2) りんごの蒸散量は葉数、葉面積の増加、気温の上昇、根の積算伸長量の増大に伴つて増加した。

(3) 赤クローバーの蒸散量は葉数の増加、気温の上昇に伴つて増加したが、刈取によってよく抑えることが出来た。

(4) 赤クローバー刈取生草、稻藁、穀穀の土壤面蒸発防止効果は顕著であった。

(5) 圃場状態において赤クローバーの刈取は草生りんご園の土壤水分の減少を防いだ。

第3章 草生栽培の利点

緒 言

前章において、筆者等は草生栽培の欠点とその欠点を除去する方法を明らかにしたが、本章においては我国で実施された場合の草生栽培の利点を明らかにするために諸調査を実施した。調査は土壤侵蝕防止に及ぼす草生栽培の効果、土壤肥沃化、滲透溶脱に及ぼす草生栽培の影響に関して実施した。

第1節 土壤侵蝕防止と草生栽培

緒 言

近時土壤保全は全世界共通の問題となり、特に20年来土壤侵蝕防止がその中心となって研究されている。⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾ 我国⁽²⁵⁾⁽³¹⁾⁽⁶⁰⁾ の農業は水田を中心として営まれてきたため、土壤侵蝕は最近まであまり問題にならなかつたのであるが、全面積の65%が傾斜地に存在する果樹園芸界では早くから問題になり、すでに1918年島は傾斜地りんご園における土壤侵蝕防止の重要性を認めてこれに関する調査を行い、その結果にもとづいて帶状土留法等の土壤侵蝕防止策を樹立した。

しかし、一般りんご栽培農家は殆んど深耕法のみを土壤管理法として採用して今日にいたつたため、土壤侵蝕に対する関心はうすく、農業の他の部門におけると同様、最近にいたるまで殆んど顧みられなかつた。

その結果、傾斜地果樹園における土壤侵蝕は、果樹栽培に大きな脅威を与える段階にまで進行し、加速度的にその被害は増大しつつある。事の重要性にかんがみ、筆者等は本節において、傾斜地りんご園の土壤侵蝕の実態を明らかにし、その被害の防止に対し草生栽培などの効果を示すかを明らかにしようと試みた。

I 傾斜地りんご園における土壤侵蝕の実態

共同研究者

相馬盛雄 外川鉄男 細貝節夫

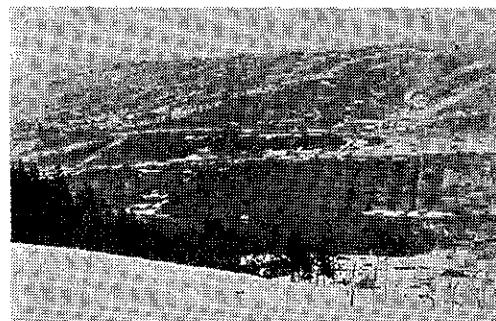
調査は2ヵ所で実施した。第1調査地は青森県黒石市柏木山、第2調査地は黒石市長坂山であつた。調査方法⁽⁴³⁾ は、最近我国においても菅野により紹介され、調査例もある米国土保全部の Soil Conservation Survey 法を参考にし、6,250分の1の地図によって実施した。

この調査方法は現地の土壤型、傾斜、侵蝕の3因子を同一の図にしめし、これらの地図をもとにして侵蝕防止を加味した合理的土地利用計画をたてるために行うものである。従って、開墾後40年以上を経過したりんご園に對してかかる調査を行うことは、本調査法の本来の目的に合致しない点も認められるが、筆者等はこの調査によつて、土壤保全に全く意を用いなかつたりんご園が40年間にうけた土壤侵蝕の程度を知り、今後の侵蝕防止策樹立上の参考資料を作ろうと試みた。

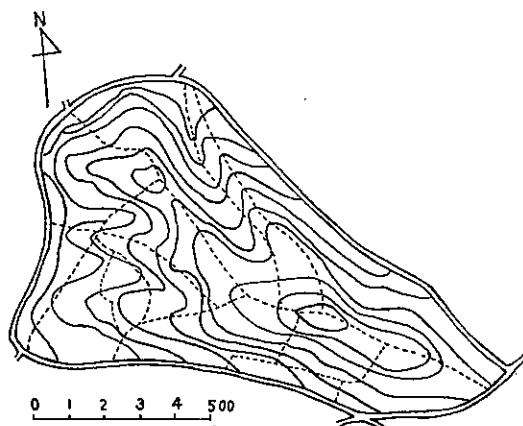
1 調査地の概況

(1) 第1調査地

青森県黒石市柏木山は総面積約68ha、標高162mの丘陵地で南津軽郡及び黒石市一連の傾斜地りんご園の一部をなしている(第8、9図)。



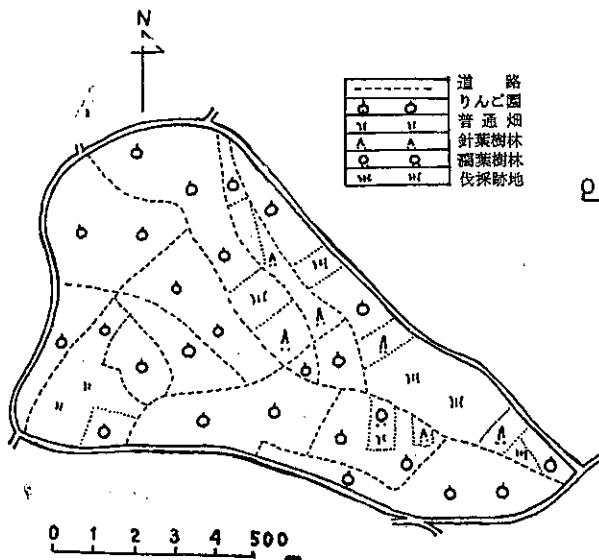
第8図 調査地頂よりみた南部及び黒石市傾斜地りんご園の一部



第9図 柏木山地形図

開墾は1909~1913年に行われ、開墾前は松林及び草地

であった。1戸40a宛に分割され、殆んど全耕地にりんごが栽植された。而して約20年前、北東斜面のりんごは一部伐採され林地（杉）になったが、戦後再びりんご園に変りつつある。現在りんご園総面積は約50haで、その他は普通畠、林地、伐採跡地である（第10図）。



第10図 柏木山土地利用図

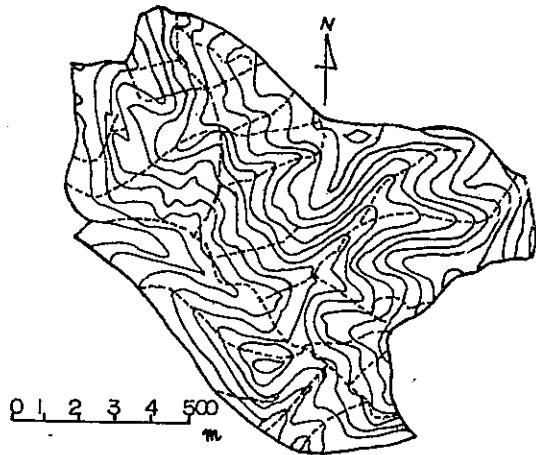
(2) 第2調査地

青森県黒石市長坂山は、総面積約88ha、標高240mの丘陵地で、第1調査地同様南津軽郡及び黒石市傾斜地りんご園の一部をなしている（第11、12図）。



第11図 調査地遠望

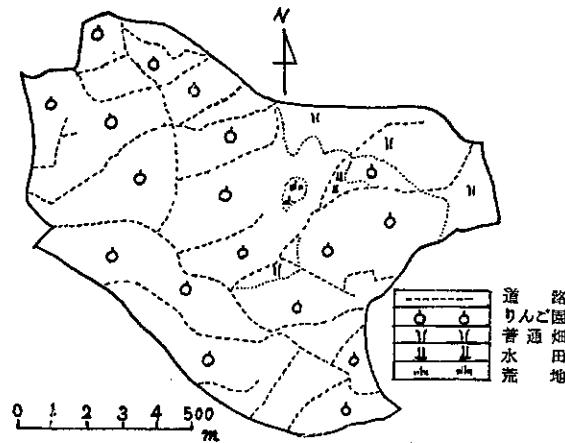
開墾は1909～1913年に行われ、開墾前は松林及び草地であった。一部急傾斜地を除き、殆んど全部開墾されてりんごが植付けられたが、第2次世界大戦下に荒廃園を生じ、一部のりんご樹は伐採された。しかしながら、戦後再びりんごが栽植され、現在調査地面積の86%、75.4haはりんご園である（第13図）。



第12図 長坂山地形図

2 調査方法

侵蝕の程度を決定するためには、現在の表層土の厚さを非侵蝕地の同一土壤区のそれと比較しなければならない。しかしながら第1調査地においては、非侵蝕地の土層断面を見出すことが出来なかつたため、柏木山開墾記録、開墾者の記憶及びりんご樹根の露出状況を基準とし、等高線に沿って検土杖をさしこんで判定した。



第13図 長坂山土地利用図

第2調査地では、小面積ながら傾斜上部の未墾地に自然の土層断面を発見することが出来たため、その表土と現在の表層土の厚さとを比較し、更に樹根の露出状況、特に接目からの樹根露出長（第14図）を測定し、侵蝕度決定の参考に供した。

傾斜角度はクリノメーターで測定した。作図はまず土壤型の境界を記し、次に傾斜、最後に侵蝕等級を記入し、ブランニメーターを使用して土壤及び傾斜別侵蝕面積、土地

利用別侵蝕面積を測定した。

次に、第2調査地においては、侵蝕をうけたりんご園土壤の理化学的性質、土壤侵蝕がりんご園生産力に及ぼす影響について諸調査を実施した。これらの調査方法は、説明の都合上調査結果の項において述べる。

3 調查結果

(1) 土壤侵蝕狀況

イ 第1調査地（柏木山）

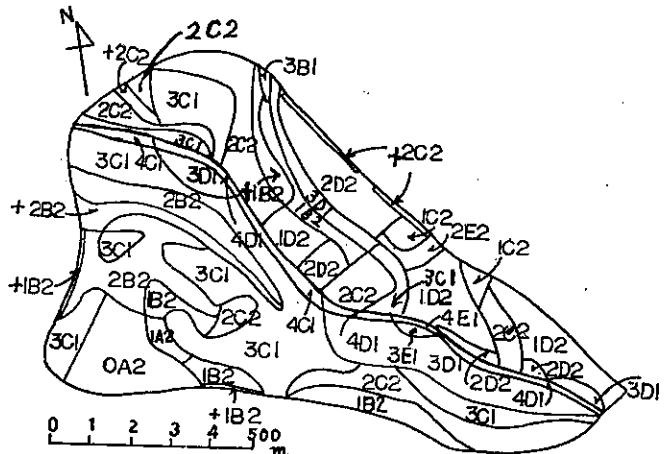
土壤侵蝕状況は第15図に示すとおりである。

i 土壤型

火山碎屑岩に属する土壤である。森田は本調査地帯の土壤を暗土と褐色ポドゾール土壤に分類している。この分類に対しては異論もあるようであるが筆者等は一応森田の分類にしたがつた。

暗 土

この土壤は腐植に富む壤土に覆われ、表土の深さは20~100cm、青森県りんご園土壤としては広い分布を示し、本調査地においては主として傾斜の下部に見出され



第15図 柏木山土壤侵蝕図

数字 記号は侵蝕、傾斜、土壤の順である。

侵蝕: + 1	土壌集積 30 cm	傾斜: A ... 0~3 度
+ 2	土壌集積 30~60 cm	B ... 3~8 度
0	面状侵蝕認められず	C ... 8~15 度
1	表土 0~25% 流亡	D ... 15~20 度
2	表土 25~75% 流亡	E ... 20~25 度
3	表土 75~100% 乃至 心土 25% 流亡	土壤: 1...褐色ボドゾール土壤 2...暗土
4	心土 25~75% 流亡	

るが、北東斜面では傾斜の上部より下部にまで及んでいる。その代表的土層断面及び化学的性質は第80表のとおりである。

第 80 表 暗 土 の 性 質

土層	深さ	構造	土色	土性	*水分	**灼熱損失量	pH		置換酸度	置換石灰	**腐植	**炭素	**全窒素	**全磷酸	**全加里
							H ₂ O	KCl							
A	cm 0~55	中果状	黒	壤土	14.26	19.34	5.53	4.71	30.60	0.351	17.971	10.424	0.520	0.138	0.199
B	55~80	粗团塊状	明褐 ₉	壤土	9.82	7.44	5.53	3.89	23.40	0.198	1.236	0.717	0.092	0.111	0.192
C	80<	中团塊状	暗黃 ₄	壤土	4.65	5.76	5.92	4.01	10.80	0.145	0.535	0.310	0.056	0.079	0.181

備者：土色は農林省試験研究連絡会議土性調査部会編 標準土色帳による

* 風乾土由% **乾土由%

褐色ポド・ゾール土壤

主として傾斜の中腹より上部に認められ、下部において暗土に接している。開墾前は暗土に覆われておったものであるが、その後表土の流亡、耕耘作業等によって褐色の新表土が作られたものと考えられる。

その代表的土層断面及び化学的性質は第81表のとおりである。

ii 倾斜

傾斜別面積を示すと第82表のとおりである。傾斜角度8~15度のものが46%、15~25度のものが30%をしめて

おり、傾斜長は大略100~200mである。

iii 侵 蝕

開墾當時、調査地の土壤は黒色の壤土に覆われておったことが調査者によって確められている。また傾斜上部の褐色ポドゾール土壤の土層中にしばしば原表土と思われる黒色の壤土が認められる。かゝる点より推論すれば、40年間に原表土の殆んど全部が失われて褐色ポドゾール土壤が、新表土となり、更にこの新表土もまた流亡を続いているものと考えられ、傾斜中部以上においてはりんご樹根が甚だしく露出している(第16図)。

第81表 棕色ポドゾール土壤の性質

土層	深さ	構造	土色	土性	* 水分 損失量	** 灼熱 損失量	pH		置換 酸度	置換 石灰	** 炭素	** 全窒素	** 全磷酸	** 全加里	
							H ₂ O	KCl							
A	0~20 cm	中果状	黒褐 ₅	壤土	8.94	12.28	6.01	5.06	1.20	0.377	11.895	6.899	0.400	0.119	0.165
B ₁	20~43	中果状	明褐 ₉	壤土	14.65	9.23	6.25	5.40	1.20	0.347	2.217	1.286	0.198	0.124	0.168
B ₂	43~58	微团塊状	黄褐 ₅	壤土	11.49	4.76	5.72	4.88	3.00	0.319	1.641	0.952	0.092	0.095	0.142
C	58 <	中团塊状	明黄褐 ₁₁	壤土	9.71	1.97	5.65	4.10	13.20	0.176	0.604	0.350	0.051	0.087	—

* 風乾土中% ** 乾土中%

第82表 傾斜度別面積

傾斜角度	0~3	3~8	8~15	15~20	20~25	計
面積(cha)	3.40	12.37	31.23	19.80	0.81	67.61
%	5.0	18.3	46.2	29.3	1.2	100

一方流亡土壤の集積も著しく、りんご樹幹の埋没現象がしばしば認められ（第17図）、気水の透通悪く、樹勢が衰弱するため、農民は根際の集積土壤を2~3年毎に取除いているが、1年もたてば再び埋没するのが現状である。

分水界附近は心土の大部分を失っているが、これは開墾当時分水界に道路を作り、この道路と耕地の境界を明らかにするため人為的に耕地の一部を削取った個所であり、かゝる所は鋤の刃もささらず、雑草すら生えず、りんごの樹勢は極端に衰弱している。一般に傾斜の上部ほど侵食が甚だしく土性は悪変し、透水量が少くなるため流去水が多くなって流速を増し、土壤侵食は一層激しく進行するようである。

主要農道は元来は芝草により被覆され、土壤侵食防止の点から當を得た状態にあつたが、農民の土壤侵食防止に対する関心はうすく、堆肥積込材料として削取ってしまったため、畠から流去する雨雪水は集水して道路上

を急奔し、道路の侵食も甚だしい（第18、19図）。

一方、北及び北東斜面は殆んど分水界附近より暗土に覆われ、その深さは80~90cmに及ぶものも多い。しかし、ここに注目しなければならないことは、表土の深い北斜面のりんごの樹勢は、流亡の甚だしい南斜面のものに比較して必ずしも勝っておらず、むしろ逆の傾向が認められることであり、りんごの樹勢はたんに表土の深さ及び土壤侵食量のみによっては推論出来ぬものがあるように見受けられた。これらの点については更に検討を要するが、一般的には、侵食の甚だしいところほど樹勢が悪く収量も漸減し、りんご病害中最もおそろしい紋羽病に侵されて枯死する率も高い傾向が認められた。

次に、土壤及び傾斜別土壤侵食の分布、土地利用別侵食の分布を示すと第83、84表のとおりである。

これによれば柏木山全面積の31.7%は表土の25~75%を、38.4%は表土の75%以上心土の一部を失っており、更にりんご園についてみれば、表土の25%以上及び心土の一部を失ったものが全面積の83.4%に達していた。

口 第2調査地（長坂山）

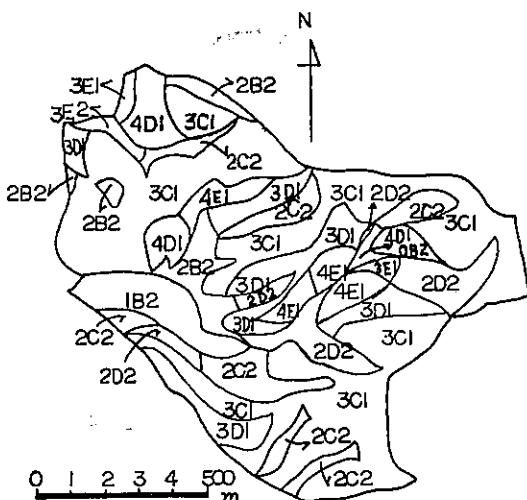
調査は1951年4月より1952年8月までの間に行つた。調査地の土壤侵食状況は第20図に示したとおりである。

第83表 土壤及び傾斜別侵食の分布(ha)

侵食等級	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	計	%
+1			0.96							0.96	1.3
+2			1.14		0.62					1.76	2.6
0	3.04									3.04	4.5
1	0.36		4.51		1.01		6.83			12.71	18.8
2		0.28	5.48		10.65		4.58		0.56	21.27	31.7
3				18.15		7.35		0.17		25.95	38.4
4				0.80		1.04		0.08		1.92	2.7
計	3.40	0.28	12.09	18.95	12.28	8.39	11.41	0.25	0.56	67.61	100.0

第84表 土地利用別侵蝕の分布

侵蝕等級	りんご園		普通畑		林地		伐採跡地		面積計
	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	
+1	0.96	ha	1.9		ha		ha		0.96 ha
+2	1.76		3.5						1.76
0	0.90		1.8		2.14	61.2			3.04
1	4.66		9.4		0.41	11.7	1.73	30.8	12.71
2	17.31		34.8		0.40	11.4	2.11	37.5	21.27
3	22.35		44.9		0.55	15.7	1.70	30.2	15.5
4	1.84		3.7				0.08	1.5	1.92
計	49.78		100.0		3.50	100.0	5.62	100.0	67.61



第20図 長坂山土壤侵蝕図

数字、記号は侵蝕、傾斜、土壤の順である。

- 侵蝕 : 0 …面状侵蝕認められず
 1 …表土 0~25% 流亡
 2 …表土 25~75% 流亡
 3 …表土 75~100% 乃至心土25% 流亡
 4 …心土 25~75% 流亡
 傾斜 : B … 3~8 度 E … 20~25 度
 C … 8~15度 F … 25度<
 D … 15~20度
 土壤 : 1 …褐色ポドゾール土壤
 2 …暗土

i 土 壤 型

本調査地の土壤型は、前調査地同様、暗土と褐色ポドゾール土壤にわかれられる。その理化学的性質は前に示したものと同様である。

ii 傾 斜

調査地の傾斜別面積は第85表のとおりである。

本調査地は傾斜の急なこと、傾斜距離の長い点では、青森県傾斜地りんご園でも有数の箇所であり、傾斜角度

第85表 傾斜度別面積

傾斜角度	3~8	8~15	15~20	20~25	25<	計
面積(ha)	8.56	49.76	22.82	5.30	1.15	87.59
%	9.8	56.8	26.1	6.0	1.3	100

8~15度のものが約57%, 15~25度のものが32%をしめ、傾斜長は最長500mに及んでいる。

iii 侵 蝕

傾斜約30度の未墾地表土は黒色の壤土(30~40cm)に覆われているにもかかわらず、等高線上にある開園約40年を経過した隣接りんご園には全く黒色の壤土は認められず、約40年間に原表土の全部を失ったことを明らかに示している地点があり、また表土のみならず、心土の大半を流失した圃も随所に認められた(第21図)。

このために、樹根の露出状況は前調査地に比較して甚だしく、或いは倒伏し(第22図)、更に傾斜下部においては一部小規模な gully 侵蝕がおこり(第23図)、また融雪時の道路の侵蝕も甚だしかった。而して調査地全りんご園中、土壤侵蝕防止に留意している園は、赤クローバー全面草生園約60a、テラスりんご園10aに過ぎず、他は深耕栽培を実施しており、土壤侵蝕防止に対する農民の関心は非常に低かった。次に土壤及び傾斜別土壤侵蝕の分布をみれば第86、87表のとおりである。

これによれば、長坂山調査地面積の約61%は表土の75%以上心土の一部を失い、更に表土の75%以上心土の一部を失っているものが約60%，心土の25~75%を失っているものが約12%をしめ、本調査地の侵蝕状況は柏木山調査地以上に激しいことがわかつた。

第86表 土壤及び傾斜別侵蝕の分布

侵蝕等級	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	計	%
0	0.40 ^{ha}	ha	ha	ha	ha	ha	ha	0.40 ^{ha}	0.46
1	4.58							4.58	5.23
2	3.58		8.52		6.54			18.64	21.28
3		41.24		10.95		1.40		53.59	61.18
4				5.33		3.90	1.15	10.38	11.85
計	8.56	41.24	8.52	16.28	6.54	5.30	1.15	87.59	100.0

第87表 土地利用別侵蝕の分布

侵蝕等級	りんご園		普通畑		荒地		水田		面積計
	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	
0	ha		ha		ha		0.40 ^{ha}	100.0	0.40 ^{ha}
1	4.58	6.07							4.58
2	16.00	21.21	2.64	23.49					18.64
3	44.75	59.32	8.60	76.51	0.24	47.06			53.59
4	10.11	13.40			0.27	52.94			10.38
計	75.44	100.00	11.24	100.00	0.51	100.00	0.40	100.00	87.59

(2) 土壤侵蝕が土壤の理化学的性質に及ぼす影響

土壤侵蝕がりんご園土壤の理化学的性質に及ぼす影響を明らかにするために、長坂山調査地において調査を実施した。樹令30年のりんご樹からなり、各侵蝕等級を代表する3~5園をえらび、各園の土壤を試抗し、15, 45, 90cm 各土層の土壤について、土壤含水量、容水量、含空気孔隙量、非毛管孔隙量、団粒化率、pH、Eh、腐植、炭素、全窒素、置換性石灰、置換酸度を測定し、各侵蝕等級別にその平均をもとめた。

土壤含水量、含空気孔隙量、非毛管孔隙量は、森田等が採用した(⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾)方法によって測定し、pH及びEhは電気式科学計器研究所製pEh計で測定し、EhはEh= Eh+60 (⁽⁷²⁾pH-6) (mV)によりEh₆に換算した。

土壤団粒化率はYoder法を改変(⁽⁵¹⁾)した京大法により、腐植、炭素はTurin法、その他は常法によってもとめた。

結果は第88, 89, 90表のとおりである。

侵蝕作用によって表層土が失われ

れば、下層土を耕土とせざるを得ないため、圃場の理化学的性質を良好な状態に保つことが出来なくなるのが普通である。

本調査によつてもこのことは明らかに示されている。即ち、表層土の流亡がひどくなるにつれて土壤中各土層の団粒化率は低下し、腐植、炭素含量、全孔隙量、非毛管孔隙量は少なくなっているし、土壤中の窒素や置換性石灰の量も少なくなつており、これがその土壤の生産力の低下に大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

第88表 土壤侵蝕がりんご園土壤の性質に及ぼす影響 その1 1952

侵蝕等級	土層	土性	腐植*	炭素*	全窒素*	置換性*石灰	置換酸度		
								%	%
1	15	壤土～埴壤土	14.441	8.378	0.527	0.599	10.35		
	45	壤土～埴壤土	2.259	1.310	0.227	0.234	14.75		
	90	壤土～埴壤土	0.879	0.510	0.087	0.180	9.38		
2	15	壤土～埴壤土	11.426	6.629	0.409	0.240	20.68		
	45	壤土	6.157	3.574	0.289	0.141	22.78		
	90	壤土	1.038	0.602	0.096	0.087	9.13		
3	15	壤土	7.719	4.478	0.321	0.123	12.73		
	45	壤土	1.076	0.624	0.148	0.101	19.00		
	90	壤土	0.513	0.297	0.061	0.109	7.23		
4	15	壤土	2.784	1.615	0.148	0.093	25.98		
	45	壤土	0.975	0.565	0.098	0.121	29.36		
	90	壤土	0.394	0.228	0.054	0.109	20.68		

* 乾土 100 分中

第89表 土壤侵蝕がりんご園土壤の性質に及ぼす影響 その2 1952

侵蝕等級	土層 cm	仮比重	真比重	全孔隙量	含水量	容水量	含空気量		pH	Eh ₆
							孔隙量	非毛管孔隙量		
1	15	1.08	2.59	68.73	45.16	54.88	23.57	13.85	5.76	570
	45	1.15	2.69	57.25	36.22	48.45	21.03	8.80	5.28	591
	90	0.93	2.73	65.94	34.37	53.79	31.57	12.15	5.75	574
2	15	0.74	2.65	72.08	35.48	54.62	36.60	17.46	5.36	509
	45	0.84	2.69	68.78	36.07	53.50	32.71	15.28	5.63	536
	90	1.14	2.79	59.14	28.07	50.01	31.07	9.13	5.89	525

* 容量 %

第90表 土壤侵蝕がりんご園土壤團粒化率に及ぼす影響 1952

侵蝕等級	1			2			3			4			
	土層 cm	15	45	90	15	45	90	15	45	90	15	45	90
團粒化率 %	42.99	37.22	25.41	40.83	32.72	15.39	36.93	19.83	13.12	27.72	20.06	10.08	

(3) りんご園生産力に及ぼす土壤侵蝕の影響

土壤侵蝕がりんご園生産力に及ぼす影響を明らかにするために、長坂山調査地においてりんご樹の幹周、樹冠容積を測定した。樹冠容積を測定した理由は、りんごの収量は樹冠容積の大小によって大きく左右され、樹冠容積はりんご樹の収量を示す間接的数字として信頼度の高いものであることが今等によつて明らかにされているからである。

前述土壤の理化学的性質を調査した各園（各侵蝕等級別3～5園）につき、1園3本、計9～15本のりんご樹について調査した。

幹周は接目より30cm上部を測定し、樹冠容積は樹冠を便宜上弓形とみなして次の公式によつて測定した。

The volume of a spherical segment

$$= \frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3a^2)$$

h = height of a spherical segment

a = radius of the base of the segment

これをりんご樹にあてはめると、aは樹冠の半径、h

第91表 土壤侵蝕がりんごの樹幹周及び樹冠容積に及ぼす影響 1952

侵蝕等級	幹周 cm	樹冠の半径 m	樹冠の高さ m	樹冠容積 m ³
1	112.2	4.30	3.81	139.6
2	102.9	3.79	3.07	84.4
3	93.8	3.69	2.59	64.5
4	95.5	3.73	2.58	65.4

は樹冠の高さに相当する。而して樹冠の半径はりんご樹の開張を東西、南北の2方向について測定後その平均をもし、高さは最低結実部位から最高結実部位までの高さであらわした。

以上によつて樹冠容積を測定し各侵蝕等級別に1本当平均を求めた、その結果は第91表のとおりである。

土壤侵蝕が激しくなるにつれてりんごの幹周は小さくなつた。侵蝕のひどい園は一般に傾斜の急な所にあり、摘果、袋掛、葉剤散布等諸作業の都合上樹高を人為的に制限しているから、樹冠容積の大小のみをもつてりんごの生産力を云々することは出来ないが、侵蝕の甚だしい園（侵蝕等級3～4）の樹冠容積は侵蝕軽微（侵蝕等級1）の園のまにも達せず、土壤侵蝕が

りんご園生産力に大きな影響を与えてゐることを示している。

4 考察

(118) 宇野は長野県において土壤侵蝕調査を実施して甘藷、大小豆、王蜀黍、大麦、小麦、粟、馬鈴薯の傾斜地、急傾斜地における収量を平坦地のそれと比較したが、いずれの作物においても傾斜が急になるにつれて収量が減少することを認めており、全作物平均平坦地の収量を100とすれば、火山灰地帯の収量は傾斜84、急傾斜65、多雨地帯では傾斜80、急傾斜57、積雪地帯では傾斜82、急傾斜64であることを報告している。

(36) 北海道総合開発委員会による上川支庁管内十勝岳山麓実態調査は、概して山頂部の生産力は山麓部に比較して低く、土壤侵蝕によつて作物の収量が減少することを示している。

(69) 森田は神奈川県中郡伊勢原町で傾斜地葡萄園の生産性を調査した結果、表土の深い下部ほど枝梢の伸長が大であり、この調査樹は若木であるから、将来傾斜上部と下部との樹勢の差はますます甚だしくなるであろうと述べている。

(9) 次に青森県りんご試験場の調査によれば、青森県りんごの平坦地における最高収量は、10a当250～300箱（1箱18kg）に達し、その上数カ年連産を続けても隔年結果の度が弱いのに反し、傾斜地においては10a当150～200箱（1箱18kg）しか生産出来ず、しかも2～4年間

程度の連産によって隔年結果をひきおこすことが多い。

以上の諸調査はいずれも傾斜地の作物生産力は平坦地に比較して減退し、同じ傾斜地においても傾斜の上部は下部に比較して生産力が劣ることを示している。

本調査において、筆者等は青森県傾斜地りんご園において土壤侵蝕が甚だしく進行していることを明らかにしたが、同時に土壤侵蝕がりんご園生産力に及ぼす影響を樹冠容積の大小を基準として調査したところ、土壤流亡の甚だしいりんご園の生産力は侵蝕軽微な園の半分にも達していないことが明らかとなつた。而してかかる生産力の低下には種々の原因があげられるが、その中最も重要なものは土壤侵蝕によって表層土が失われ、下層土を耕土とせざるを得ないため、園場の理化学的性質を良好な状態に保つことが出来なくなることである。

本調査においても土壤侵蝕がひどくなるにつれてりんご園土壤の各土層中の团粒化率が低下し、非毛管孔隙量、土壤中腐植、置換性石灰、全窒素含量は非常に減少することが明らかになり、これが土壤流亡を助長し、りんごの生産力を低下させている傾向が認められた。このように傾斜地りんご園の土壤侵蝕の被害は加速度的に激しくなっているため、土壤侵蝕防止策を樹立することは、現下りんご栽培に与えられた最大の課題であると云うことが出来る。

5 摘 要

1950年11月から1952年8月までにわたって、青森県黒石市柏木山及び長坂山において、傾斜地りんご園の土壤侵蝕調査を行った。調査地は黒石市一連の傾斜地りんご園の一部をなし、開墾、定植は1909年より1913年までの間に行われた。土壤は火山碎屑岩に属し、土壤型は暗土及び褐色ボドゾール土壤に大別される。

柏木山調査地は総面積約68ha、中りんご園は約50ha、その80%は8~25度の傾斜角度を有し、傾斜長は100~200mである。

長坂山調査地は総面積約88ha、中りんご園は約75ha、その約89%は8~25度の傾斜角度を有し、最長傾斜長は500mに達している。

調査結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 柏木山においては全面積の約32%が表土の25~75%を、38.4%は表土の75%以上及び心土の一部を失い、更にりんご園面積の8割以上が表土の25~100%及び心土の一部を失っていた。

(2) 長坂山においては、全面積の61%は表土の75%以上心土の一部を、12%は心土の25~75%を失い、りんご園についてみれば、約72%が表土の75%以上心土の一

部及び心土の大部分を失っておつた。

(3) 土壤侵蝕によって、りんご園土壤の腐植、全窒素、置換性石灰含量、非毛管孔隙量及び土壤团粒化率は減少し、その結果りんご園の生産力は非常に減退した。

II 土壤侵蝕防止に対する草生栽培の効果について

共同研究者

相馬盛雄 泉谷文足 一木 茂 外川鉄男

緒 言

土壤侵蝕は次の2点を考慮して防止しなければならない。即ち、土壤侵蝕は地表流去水による表土の流亡現象であるから、第1には、地表流去水を抑制するにはどのようにすればよいかと云うこと、第2には、流水の破壊作用に対して、土壤に抵抗性を与えるにはどのようにすればよいかと云うことである。

而して侵蝕防止の実際的方法には、ダム、段造り等の機械的、土木工学的方法と、輪作、作物被覆等による植物的、栽培学的方法がある。

今後傾斜地に新しくりんご園を開設する場合には、当然このような各種の防止法を組合せ、その土地に適した侵蝕防止策を樹立しなければならないが、我国の傾斜地りんご園の大部分は、長年月にわたり平坦地における場合と同様の土壤管理法を採用してきたため、土壤侵蝕の実害は甚だしい。

このような状態にあるりんご園の土壤侵蝕を防止するには、次の方法を採用しなければならない。

第1は、現在までに侵蝕防止効果があると認められている方法によって当面の土壤侵蝕を防止する。

第2は、第1の方法により侵蝕を防止して時を稼ぎ、その間に恒久的防止策を樹立する。而して第2の方法の確立は、我国においては一切今後の研究にまたなければならないから、現段階におけるりんご園土壤侵蝕防止は第1の方法で、しかも直ちに農民が実行出来る方法でなければならない。

このように考察してみると、現在の傾斜地りんご園の土壤侵蝕防止法は植物的侵蝕防止法を主体としたものとなる。

植物被覆による土壤侵蝕防止効果は、古くから多くの研究者によって認められているが、我国のりんご栽培においては、これまでその防止効果を実験的に明らかにした成績は殆んどない。故に筆者等は傾斜地りんご園に土壤流亡測定装置を作り、土壤侵蝕防止に及ぼす草生栽培

の効果を明らかにしようと試みた。

1 実験方法

(1) 試験区の概要

1950年及び1951年、青森県りんご試験場傾斜地圃場に流亡土壤及び流去水捕捉装置を設置した。圃場の傾斜角

度は平均12度、最高勾配18度の南斜面で、傾斜長は220mであった。試験区の土壤は火山碎屑岩に属する褐色ボドゾール土壤で、その理化学的性質は第92、93表のとおりである。

装置の設計は宇野、坪井等が神奈川県溝の口試験地にて設置したものに準じた。⁽¹⁷⁾

第92表 土壤の理学的性質

土層	深さ (cm)	構造	土色	土性	原土百分中					細土百分中				
					石礫	粗砂	細砂	微砂	粘土	粗砂	細砂	微砂	粘土	
A	0~25	中果状	黒褐	5	埴壌土	7.00	30.69	12.70	3.35	46.26	33.00	13.66	3.60	49.74
B ₁	25~60	中果状	明褐	9	埴壌土	8.96	38.29	12.40	5.77	34.58	42.06	13.62	6.34	37.98
B ₂	60~65	粗團塊状	黄褐	5	壤土	13.80	37.41	12.43	5.26	31.10	43.40	14.42	6.10	36.08
C	65<	粗團塊状	明黄褐	11	壤土	16.80	34.69	12.87	5.20	30.46	41.70	15.48	6.20	36.62

土色は農林省試験研究機関連絡会議土性調査部会編 標準土色帳によつた

機械的分析はA.S.K法によつた

第93表 土壤の化学的性質

土層	深さ (cm)	* 水分 %	** 灼熱 損失量 %	pH		Eh	置換 酸 度	** 置換石灰 (%)	** 腐植 (%)	** 炭素 (%)	** 全窒素 (%)	** 全磷酸 (%)	** 全カリ (%)
				H ₂ O	KCl								
A	0~25	6.11	9.31	5.8	5.4	485	50.145	0.016	3.032	2.380	0.149	0.0263	0.1006
B ₁	25~60	5.92	5.88	5.9	5.5	490	18.502	0.099	2.489	1.444	0.106	0.0128	0.0443
B ₂	60~65	9.56	4.43	6.0	5.6	490	2.279	0.080	1.261	0.731	0.049	0.0115	0.0456
C	65<	8.70	5.01	6.0	5.6	510	3.084	0.080	1.045	0.938	0.023	0.0109	0.0438

* 風乾土中% ** 乾土中%

装置 A (普通畠状態装置)

斜面のほど中腹に位する普通畠状態裸地、勾配16度の地点にて、幅2.2m、長さ9.0m、1区19.8m²の3試験区を設置した(第24図)。

各試験区の上方及び側方は流去水及び流入土壤を防ぐために幅45cmの檜板をもって囲み、檜板は地上に22.5

cm出した。

次に試験区の下部には流去水及び流亡土壤を捕捉するため、コンクリート製タンク(200cm×50cm×100cm)を設置した。タンクには雨及び雪を防ぐために木製の蓋をし、積雪期間に備えて上屋をたてた。

試験区分は裸地、全面草生、帯状草生の3区とし、被覆作物としては赤クローバーを使用した。播種月日は1951年4月20日であった。

帯状草生区は草生幅、裸地敷草幅とも90cmとした。赤クローバーは時々刈取り、全面草生区の場合は刈放し、帯状草生区の場合は裸地幅に敷草した。裸地区は時々除草するにとどめ耕耘は行わなかつた。肥料は毎年4月各区に10a当成分量窒素7.5kgを硫安で、磷酸6kgを過磷酸石灰で、加里9.4kgを硫酸加里で施した。

装置 B (りんご園状態装置)

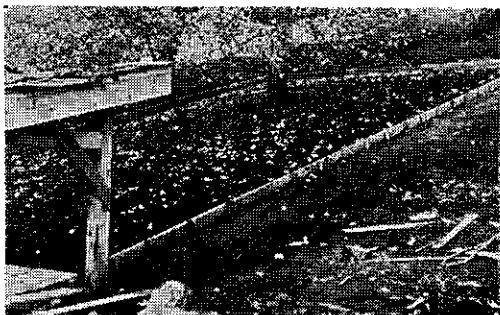
傾斜角度14度の地点にて、樹令約50年の国光一本を入れたりんご園状態の3試験区を作つた(第25図)。

1区の面積は54.5m²(幅5.5m、長さ9.9m)、下部のタンクの容量は545cm×50cm×70cmであった。

試験区分はA装置同様、裸地区、全面草生区、帯状草生区の3区とし、被覆作物はオーチャードグラスを使用



第24図 普通畠状態観測装置
向つて左から帯状草生、裸地、全面草生



第25図 りんご園状態観測装置（裸地）

し、1952年4月20日に播種した。帯状草生区は1.2m毎に草生幅と裸地幅をつくり、刈取った草は裸地敷草幅に敷草した。また全面草生区では刈取った草を樹冠下に敷草した。

裸地区は年間5~7回中耕除草を行った。肥料は毎年4月各区に10a当成分量窒素15kgを硫安で、磷酸7.5kgを過磷酸石灰で、加里15kgを硫酸加里で施した。

(2) 実験方法

A装置のコンクリートタンク附近に自記雨量計を設置し、各装置に普通雨量計をおき降雨状況を調査した。降雨による流亡土壌及び流去水は、降雨毎にタンクに入った水量及び風乾土壌量を測定し、融雪水はタンクに流入したたびごとに、融雪水による流亡土壌は雨水によるものに比較して極めて少量であったため、融雪水の流入が終った3月下旬~4月上旬にまとめてタンクより取出して測定した。

次にB装置の降雨水、融雪水による流亡土壌及び流去水は分析に供した。流去水の分析は流去水がタンクに流入するたびに窒素は硝酸態窒素とアンモニア態窒素を測定し、その含量で示した。磷酸は Molybdovanado phosphoric acid 比色法⁽⁹⁹⁾、加里は焰光光度計法⁽⁹⁸⁾、石灰は亜酸塩法⁽⁹⁹⁾で実施した。

流亡土壌の分析は、降雨によるものは流入したたびごとにタンクより土壌の全量を採取し、1年分をよく混合したものについて行い、融雪水による流亡土壌は3月下旬~4月上旬にタンクより採取して実施した。

分析方法は、腐植は Turin法、全窒素は Kjeldahl法、全磷酸、全加里全石灰は熱塩酸可溶の常法によって処理

し、磷酸は Lorenz法、加里は焰光光度計法、石灰は亜酸塩法によって実施した。

2 実験結果

(1) 装置 A

イ 降雨による流亡

土壌及び流去水量

1951、1952年の降水量及び雨量の分布、10分間最大雨量を示すと第94、95、96表のとおりである。

この降雨によって裸地区において流去水がタンクに流入した回数は、1951年17回、1952年17回、土壌の流亡を

第94表 降水量及び降雨回数 1951~1952

月	旬	1951		1952	
		雨量 mm	降雨回数	雨量 mm	降雨回数
4	上	0	0		
	中	17.1	2		
	下	14.3	4		
5	上	1.6	1	2.4	1
	中	14.8	3	4.4	1
	下	11.6	3	23.9	4
6	上	45.3	3	55.6	3
	中	30.6	7	5.7	1
	下	15.9	3	11.0	2
7	上	17.2	2	29.1	5
	中	14.2	4	87.5	5
	下	40.0	3	78.2	3
8	上	31.0	1	104.8	7
	中	0	0	28.9	2
	下	33.4	1	60.5	1
9	上	44.6	8	16.5	2
	中	8.9	5	18.1	1
	下	16.2	3	74.3	3
10	上	13.3	3	38.7	4
	中	59.8	4	12.7	3
	下	15.2	4	25.9	2
11	上	99.2	5	47.9	2
	中	24.1	5	37.4	5
	下	44.0	6		
計		610.3	80	763.5	57

備考 1951年は4月1日~11月31日まで 1952年は5月1日~11月20日まで

第95表 雨量の分布 1951~1952

雨量 年度	5mm 以下	10mm	15mm	20mm	25mm	30mm	35mm	40mm	45mm	50mm	55mm	60mm	65mm	計
1951	46	16	10	1	3	0	3	0	1	0	0	0	0	80
1952	26	11	4	4	0	4	2	1	1	1	1	0	2	57

第96表 10分間最大雨量の分布 1951~1952

年度	10分間 最大雨量	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1951		23	26	8	11	2	1	3	2	1	0	1	1	0	0	0
1952		9	17	10	7	1	5	1	2	1	1	0	0	0	1	1
		8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0		計
1951		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1952		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57

第97表 各区の流去水量と土壤流亡量 (19.8m²当) 1951

月 日	雨 量	10分間 最大雨 量	全 面 草 生			裸 地			帶 状 草 生			
			流 亡 土 壤 mm	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	
6 6	8.5	1.0	0	2	1.2	0.07	4	2.1	0	2	1.2	
7 7	14.8	1.0	〃	0	0	0.10	3	0.9	〃	0	0	
7 11	10.8	5.2	〃	0	0	2.48	45	21.1	〃	0	0	
7 21	32.8	2.0	〃	0	0	0.21	3	0.5	〃	0	0	
8 10	31.0	14.0	〃	31	5.0	22.80	240	39.1	〃	40	6.5	
9 3	9.8	4.2	〃	5	2.6	5.50	36	18.3	〃	4	2.3	
9 6	4.8	3.5	〃	2	1.6	0	2	1.6	〃	2	1.6	
9 10	14.8	1.0	〃	1	0.3	0.15	8	2.6	〃	1	0.3	
9 21	14.8	2.0	〃	0	0	0.07	3	1.0	〃	0	0	
10 6	12.3	3.4	〃	4	1.4	0.69	24	9.9	〃	4	1.4	
11 3,4	55.6	4.0	〃	26	2.3	2.55	350	31.8	〃	37	3.3	
11 8,9	41.8	1.0	〃	0	0	1.25	108	13.1	〃	0	0	
11 16	11.4	0.4	〃	0	0	0	2	0.7	〃	0	0	
11 17	5.0	1.0	〃	0	0	0	11	10.6	〃	0	0	
11 21	4.5	1.0	〃	0	0	0	1	1.1	〃	0	0	
11 23	12.6	2.0	〃	2	0.6	0.45	32	12.6	〃	2	0.6	
11 24	10.5	1.0	〃	4	1.7	0.35	36	17.3	〃	3	1.2	
計				0	77		36.67	908		0	95	

引起した降雨日数は、1951年13回、1952年12回であった。各区の流去水及び流亡土壤量は第97、98表のとおりである。

1951年の裸地区の流去水量は19.8m²当908lであったのに対し、全面草生区及び帶状草生区の流去水量は77l及び95l、1952年は裸地区的流去水量は2,025lに対し、全面及び帶状草生区は354l、491lの少量に過ぎなかった。

また10分間10mm以上の降雨のあった際の各区の流去率(降雨水がタンクに流入した日の降雨量に対する流

去水の比率)は、裸地区では1951年39.1%，1952年72.0%であったが、両草生区は少なく、1951年は全面、帶状草生区それぞれ5.0%，6.5%，1952年は14.3%，13.8%に過ぎなかった。

次に流亡土壤量は両年とも、両草生区は零であったが裸地区は1951年36.67kg、1952年61.99kgであった。したがって2カ年の降雨による土壤流亡量は、裸地区98.66kg、両草生区は零、裸地区的流去水量は2,933l、全面草生区431l、帶状草生区586lに達し、土壤侵蝕防止

第98表 各区の流去水量と土壤流亡量 (19.8m²当) 1952

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	全 面 草 生			裸 地			帶 状 草 生			
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 去 率 %	
			5 31	5.9	1.0	0	2	1.3	0.05	3	2.0	
6	5	10.2	3.8	〃	2	0.7	0.70	8	3.7	〃	2	0.7
	7	34.6	3.0	〃	5	0.7	4.50	100	14.6	〃	5	0.7
	10	4.5	0.2	〃	5	5.6	0.04	5	5.6	〃	5	5.6
7	12	19.5	3.4	〃	1	0.1	1.00	50	13.0	〃	1	0.1
	13	15.4	5.0	〃	3	1.0	8.00	90	29.5	〃	5	1.6
	17	11.7	1.0	〃	2	0.9	1.50	110	47.5	〃	2	0.9
	27	63.3	0.6	〃	220	17.6	18.00	340	27.1	〃	350	27.9
8	3	25.5	3.0	〃	10	1.9	1.20	75	14.9	〃	8	1.6
	5	53.0	12.0	〃	15	14.3	17.00	755	72.0	〃	15	14.3
	11	26.1	7.4	〃	45	8.7	9.50	167	32.3	〃	50	9.7
	25	60.0	4.2	〃	30	2.5	0	240	20.2	〃	40	3.4
9	4	9.2	2.8	〃	0	0	0	50	27.5	〃	0	0
	12	46.5	1.8	〃	1	1.0	0	5	5.4	〃	0	0
	26	13.8	3.6	〃	5	1.8	0	5	1.8	〃	1	0.4
11	1	35.0	1.8	〃	3	0.4	0.50	20	2.9	〃	3	0.4
	15	13.0	2.4	〃	5	1.9	0	2	0.8	〃	2	0.8
計				0	354		61.99	2,025		0	491	

に及ぼす草生栽培の効果は非常に顕著であった。

□ 融雪水による土壤流亡量及び流去水量

1951, 1952年の12月から1952, 1953年の3月末までの

降水量、気温、積雪深は第99表のとおりである。

第99表 気象表

年 月	雨量 その他	1951 ~ 1952					1952 ~ 1953				
		雨 量 mm	積 雪 深 cm	氣 温 °C			雨 量 mm	積 雪 深 cm	氣 温 °C		
				1 0 時	最 高	最 低			1 0 時	最 高	最 低
12	上	4.6	3.5	7.8	-2.6		93.0	27.3	-2.0	0.8	-3.8
	中	20.5	4.6	9.3	-3.7		49.8	57.8	-2.5	1.1	-5.6
	下	32.2	2.3	7.1	-2.9						
1	上	35.6	-0.5	2.6	-4.6	77.0	90.3	-0.4	2.5	-6.5	
	中	21.0	-1.1	0.2	-6.8	33.2	78.9	-1.4	1.9	-3.7	
	下	44.1	-0.9	2.1	-5.5	66.5	91.5	-2.1	1.1	-4.7	
2	上	18.2	-1.3	0.1	-8.8	70.0	138.6	-3.4	0.4	-7.0	
	中	147.5	-2.9	0.6	-7.3	58.2	120.4	-2.5	0.3	-6.1	
	下	21.1	-2.9	0.2	-7.3	7.3	117.5	-0.4	4.5	-5.4	
3	上	80.9	2.1	4.2	-3.4	39.4	74.3	3.2	6.5	-1.4	
	中	11.3	4.7	6.4	-4.1	34.6	59.9	2.3	6.0	-2.0	
	下	25.8	5.1	14.0	-5.3	17.4	14.2	6.3	7.5	2.9	
計		458.2				546.4					

備考 3月下旬は1952年は24日まで、1953年は26日まで

1951年度（1951年12月から1952年3月下旬まで）の融雪水のタンク流入は1月30日に始まり、3月18日に終り、1952年度（1952年12月から1953年3月下旬まで）の流入は1月11日に始まり、3月26日に終った。融雪水の流入量は第100、101表のとおりである。

2カ年の融雪水の流去量は裸地区では5,806l、全面草生区4,274l、帶状草生区6,348lであった。

第100表 融雪水の流去量 (19.8m²当)
1951~1952

区別 月日	全面草生	裸地	帶状草生
1.30	50	10	10
31	33	130	250
3. 1	33	95	100
3	33	40	35
7	35	50	23
8	55	30	185
10	60	64	230
11	30	40	70
12	20	40	50
14	10	80	50
15	100	60	125
16	500	600	600
17	545	64	60
18	26	33	40
計	1,039	1,336	1,823

第101表 融雪水の流去量 (19.8m²当)
1952~1953

区別 月日	全面草生	裸地	帶状草生
1.11	490	380	530
2.12	850	970	910
27	3'0	600	500
28	60	130	140
3. 1	5.0	730	810
2	110	190	270
3	10	55	50
8	480	360	360
9	40	60	60
10	40	85	65
11	55	50	50
16	20	20	20
19	25	35	25
20	90	195	170
21	70	210	210
22	5	80	50
23	20	130	130
24	10	130	130
25	10	20	20
26	0	40	20
計	3,235	4,470	4,520

各区の実際の積雪量は、風、タンクを覆っている上屋等の影響をうけ、特に雪の吹たまりによって甚だしく異

なり、従って土壤管理法の相違と流入融雪水との関係を明らかにすることは出来なかつたが、流亡土壌量は、両年とも両草生区は零であつたのに対して、裸地区は1951年度風乾土560g、1952年度1.96kg、合計2.52kgであつた。

ハ 総 括

2カ年の降雨水及び融雪水中的流去水量は、裸地区では8,739l、全面草生区4,705l、帶状草生区6,934l、この流去水による流亡土壌量は風乾土裸地区では101.18kg、両草生区では零であつた。

(2) 装置 B

イ 降雨水による流亡土壌量及び流去水量

降雨量の記録は、しばしば雨水の全量が土壤に到達すると云う仮定のもとに取扱われる。しかし実際には雨水は地上に達する前に植物によって阻止される事が多い。特にりんご園ではこの点を考慮しなければならない。

りんごの生育時期によって、降雨を遮断する葉の繁茂状況は異なるし、園の10a当栽植本数、整枝剪定の方法及びその程度によって、被覆作物上及び地面に到達する雨量は異なってくる。この実態を明らかにするため、B装置の調査では1952~1955年まで雨量計をりんご樹主枝下（第26図）及び結実母枝下（第27図）におき、遮断を受けない場合と比較した。



第26図 主枝下の雨量計



第27図 結実母枝下の雨量計

また前述の如く、この装置においては流去水及び流亡土壤の分析を実施し、土壤侵蝕による肥料成分の損失を明らかにしようと試みた。

1952~1958年の降水量、雨量の分布、10分間最大雨量を示すと第102~108表のとおりである。

第102表 降雨量及び降雨回数

月 雨量	5			6			7			8			9			10			11			12		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	合計
観測点	2.4	4.4	23.9	55.6	5.7	11.0	29.1	87.5	78.2	104.8	28.9	60.5	16.5	18.1	74.3	38.7	12.7	25.9	47.9	37.4	763.5			
主枝下	2.2	3.2	21.5	51.4	5.0	9.5	32.2	105.4	105.6	129.7	31.6	68.2	15.5	22.5	95.2	41.2	7.5	22.4	47.8	38.4	855.1			
結実母枝下	2.2	3.6	21.7	52.3	5.0	8.2	23.5	68.8	66.8	90.4	27.0	61.7	15.4	15.8	70.0	36.2	8.2	24.3	49.9	35.6	686.6			
降雨回数	1	1	4	3	1	2	5	5	3	7	2	1	2	1	3	4	3	2	2	5	57			

第103表 降雨量及び降雨回数

月 雨量	4			5			6			7			8			9			10			11		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	合計
観測点	9.3	33.1	17.8	30.5	55.8	49.8	0.5	2.2	39.6	46.4	9.9	53.3	72.1	5.3	6.7	6.8	90.9	46.5	16.4	14.7	91.0	697.6		
主枝下	9.1	32.1	17.8	28.6	53.8	48.8	0.2	1.6	45.2	65.2	11.7	101.2	98.4	5.8	7.3	6.3	108.7	60.3	22.0	13.6	104.1	841.8		
結実母枝下	9.0	31.1	16.2	28.8	50.2	47.8	0.3	1.6	34.1	42.8	6.5	38.3	63.9	2.9	4.2	3.5	67.4	35.2	11.6	12.0	78.0	585.4		
降雨回数	5	5	3	3	6	4	1	2	4	3	3	3	4	2	2	5	4	4	4	4	4	8	79	

第104表 降雨量及び降雨回数

月 雨量	4			5			6			7			8			9			10			11			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	合計	
観測点	24.5	18.1	56.2	21.1	72.1	0.35	2.2	24.2	261.0	11.1	0.5	35.3	34.9	23.3	59.7	46.2	31.7	80.8	0.9	12.5	29.6	13.8	632.2		
主枝下	24.0	17.2	54.9	11.4	23.1	30.1	319.1	8.2	8.2	0.1	30.1	38.0	29.2	72.3	53.4	37.9	97.0	0.3	8.8	25.6	10.5	666.6			
結実母枝下	22.3	16.6	53.4	10.3	18.1	28.7	19.1	8.3	8.3	0.2	28.1	26.5	20.7	47.9	37.1	25.3	55.2	0.3	8.3	17.5	7.2	502.3			
降雨回数	4	3	6	1	4	4	6	3	3	1	4	4	1	3	3	2	4	1	4	5	3	69			

第105表 降雨量及び降雨回数

月 雨量	4			5			6			7			8			9			10			11			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	合計	
観測点	10.8	67.1	11.7	61.0	62.4	9.2	50.6	94.9	40.9	0.3	14.0	41.5	2.4	89.4	100.2	38.1	13.0	74.1	48.1	104.4	58.3	60.5	1053.0		
主枝下	11.0	73.6	11.3	67.8	58.7	13.9	52.0	100.0	0.41.9	0.1	11.5	38.4	1.5	135.6	103.7	28.5	13.8	90.3	51.2	114.9	62.4	60.2	1142.4		
結実母枝下	10.5	62.4	11.2	49.4	47.4	8.2	45.4	80.9	36.0	0.1	9.8	35.6	1.0	65.1	70.3	17.8	9.7	56.2	39.7	69.8	36.4	46.6	809.4		
降雨回数	1	2	4	6	6	1	4	6	5	1	1	4	1	5	4	6	3	5	5	9	9	4	92		

第106表 降雨量及び降雨回数 1956~1958

月	旬	1956		1957		1958	
		降雨量 mm	降雨回数	降雨量 mm	降雨回数	降雨量 mm	降雨回数
4	上	1.4	1				
	中	33.5	6	22.0	5		
	下	31.5	5	3.0	2	14.0	1
5	上	5.4	3	16.9	2	0	0
	中	0	0	45.1	4	0	0
	下	14.0	2	21.2	3	14.5	1
6	上	35.3	5	18.7	3	11.0	2
	中	9.8	3	1.8	1	27.8	4
	下	61.8	6	3.8	1	13.5	3
7	上	20.6	4	25.5	1	9.0	2
	中	25.4	5	19.6	5	12.0	1
	下	42.3	3	58.0	6	108.8	7
8	上	59.8	4	53.6	7	14.0	1
	中	6.4	3	11.4	2	68.0	6
	下	17.9	4	72.5	5	11.0	1
9	上	38.9	4	50.5	6	58.0	3
	中	0.3	1	45.2	7	102.1	3
	下	15.3	4	23.2	3	50.5	4
10	上	24.8	4	76.6	5	7.5	1
	中	44.5	6	27.1	3	37.1	2
	下	3.4	3	12.0	2	18.9	2
11	上	46.3	7	28.5	6	0	0
	中	35.0	8	7.2	2	28.7	3
	下	21.3	7	11.9	3		
12	上	31.7*	6				
計		626.6	104	655.3	84	606.4	47

* 12月7日まで

第 107 表 雨 量 の 分 布 1952~1958

第108表 10分間最大雨量の分布 1952~1958

年度	雨量 mm	10分間最大雨量												合計												
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	
1952	9	17	10	7	1	5	1	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	57
1953	30	26	9	3	0	3	0	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	79
1954	38	18	6	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
1955	41	22	9	2	5	6	2	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
1956	65	14	11	2	4	0	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
1957	47	13	6	8	1	3	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
1958	16	12	3	2	1	2	1	5	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47

1952~1955年までは各年とも主枝下の降水量は観測点におけるものより多く、結実母枝下の雨量は一般に少なかった。即ち、観測点の降水量を100とすれば、主枝下の雨量は、1952年112.0、1953年120.7、1954年105.4、1955年108.4で平均11.6%多く、結実母枝下では、1952年89.9、1953年83.9、1954年79.4、1955年76.9、平均17.5%少なかつた。而して降水量が多い時は主枝下の降水量は非常に多くなり、場合によっては観測点に比較して4割以上も多くなつた。観察によれば、この原因はりんご葉や小枝で一旦うけとめられた雨水は亜主枝、主枝を伝って流下し、これが落下するためであり、更に主枝よ

り樹幹に沿つて流下して根際を洗い、傾斜地りんご園の樹根の露出を大いに助長している傾向が認められた。

前述のような降雨によって、裸地区において流去水がタンクに流入した回数は、1952年16回、1953年9回、1954年7回、1955年25回、1956年7回、1957年7回、1958年19回、土壤の流亡を引起した回数は、1952年12回、1953年3回、1954年4回、1955年8回、1956年3回、1957年3回、1958年8回であった。

各区の流去水及び流亡土壤量は第109~115表のとおりである。

第109表 各区の流去水量と土壤流亡量 (54.5m²当) 1952

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地		全 面 草 生		帶 状 草 生							
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l						
5 31	5.9	1.0	0.10	0	0	0.09	0	0						
6 5	10.2	3.8	0.20	5	0.9	0.05	5	0.9						
6 7	34.6	3.0	0.69	37	1.9	0.27	34	1.8						
7 10	4.5	0.2	0	3	1.2	0	3	1.2						
7 12	19.5	3.4	1.10	32	3.0	0	1	0.04						
7 13	15.4	5.0	5.00	150	17.4	0	10	1.2						
7 17	11.7	1.0	0.78	138	21.6	0	0	0						
7 27	63.3	0.6	20.40	891	25.9	0	311	9.0						
8 3	25.5	3.0	0.15	41	2.9	0	14	1.0						
8 5	53.0	12.0	30.50	1,526	52.8	0.50	1,301	45.1						
8 11	26.1	7.4	10.50	1,166	82.1	0	437	30.8						
8 25	60.0	4.2	1.50	729	22.3	0	231	7.1						
9 4	9.2	2.8	0	71	14.2	0	2	0.4						
9 12	13.8	1.8	0	10	1.3	0	2	0.3						
9 26	46.5	3.6	0	7	2.8	0	7	2.8						
11 1	35.0	1.8	0.50	25	1.3	0	0	0						
11 15	13.0	2.4	0	20	2.8	0	0	0						
計				71.42	4,851		0.91	2,358				1.07	1,794	

第110表 各区の流去水量と土壤流亡量 (54.5m²当) 1953

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地		全 面 草 生		帶 状 草 生	
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %
5 17 27	7.7 11.0	0.5 5.2	0.90 3.27	15 20	3.6 3.3	0 〃	0 15	0 2.5
6 9	29.8	0.8	1.50	15	0.9	〃	10	0.6
8 14 17	41.4 19.0	10.0 8.8	0 0	31 28	1.4 2.7	〃 〃	0 0	0 0
9 27	19.0	1.0	0	40	3.9	〃	15	1.4
10 10	36.3	7.2	0	90	4.6	〃	0	0
11 2 8	32.4 16.4	4.0 3.0	0 0	39 75	2.2 8.4	〃 〃	0 0	0 0
計			5.67	353		0	40	0
						0	25	

第111表 各区の流去水量と土壤流亡量 (54.5m²当) 1954

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地		全 面 草 生		帶 状 草 生	
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %
5 5 8	12.8 9.0	1.2 3.1	0 0	9 9	1.3 1.3	0 〃	0 0	0 0
6 30	31.2	4.6	0.45	90	5.3	〃	0	0
8 23	19.4	7.0	1.80	18	1.7	〃	9	0.8
9 3 7 25	34.3 13.0 39.0	7.4 2.2 2.0	2.55 0 3.70	261 18 279	14.0 2.5 13.1	〃 〃 〃	0 0 0	0 0 0
計			8.50	684		0	9	0
						0	9	

第112表 各区の流去水量と土壤流亡量 (54.5m²当) 1955

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地		全 面 草 生		帶 状 草 生	
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %
5 19 20 21	25.3 3.8 2.3	1.0 0.3 0.2	0 0 0	14 14 27	0.9 6.5 21.8	0 〃 〃	0 〃 〃	0 〃 〃
6 25 26 27	18.1 27.8 4.4	3.0 1.2 0.5	1.52 0 0	164 82 14	16.6 5.4 5.7	〃 〃 〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃
7 4 5	17.9 19.7	3.0 2.2	1.05 0.30	137 164	14.0 15.3	〃 〃	〃 〃	〃 〃
8 3 21 31	27.7 47.3 30.6	7.2 7.2 3.6	61.10 17.20 14.72	409 545 218	27.1 21.2 13.1	〃 〃 〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地			全 面 草 生			帶 状 草 生		
			流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %
9	7	88.7	4.9	15.40	1,744	36.1	〃	〃	〃	〃	〃
	8	10.8	1.4	0	27	4.6	〃	〃	〃	〃	〃
	14	16.5	1.0	0	27	3.0	〃	〃	〃	〃	〃
	16	12.1	4.0	0	27	4.2	〃	〃	〃	〃	〃
10	6	52.0	3.2	1.88	491	17.3	〃	〃	〃	〃	〃
	13	30.4	1.6	0	55	3.3	〃	〃	〃	〃	〃
	21	35.8	2.9	0	327	16.8	〃	〃	〃	〃	〃
	27	11.4	0.2	0	27	4.4	〃	〃	〃	〃	〃
	29	19.0	0.9	0	109	10.5	〃	〃	〃	〃	〃
	30	21.7	3.1	0	354	30.0	〃	〃	〃	〃	〃
11	2	20.0	1.0	0	191	17.5	〃	〃	〃	〃	〃
	9	11.2	1.0	0	136	22.3	〃	〃	〃	〃	〃
	16	33.3	1.5	0	273	15.0	〃	〃	〃	〃	〃
	18	17.0	1.5	0	136	14.7	〃	0	〃	〃	0
計				114.67	5,712		0	0		0	0

第113表 各区の流去水量と土壤流亡量(54.5m²当)

1956

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地			全 面 草 生			帶 状 草 生		
			流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %
7	9	14.0	5.2	0	55	7.3	0	0	0	0	0
	17	10.5	2.2	0	27	4.9	〃	〃	〃	〃	〃
	23	27.9	4.7	1.50	68	4.6	〃	〃	〃	〃	〃
8	4	11.6	2.2	0	41	6.6	〃	〃	〃	〃	〃
	8	46.7	4.2	0.81	218	8.7	〃	〃	〃	〃	〃
9	9	33.7	5.0	5.90	218	12.1	〃	〃	〃	〃	〃
11	1	14.6	1.2	0	55	7.0	〃	〃	0	〃	0
計				8.21	682		0	0		0	0

第114表 各区の流去水量と土壤流亡量(54.5m²当)

1957

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地			全 面 草 生			帶 状 草 生		
			流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %	流 土 kg	亡 壊 kg	流 去 水 水量 l 流去率 %
6	6	13.9	0.8	0	55	7.3	0	0	0	0	0
	21	3.8	1.7	0	27	13.4	〃	〃	〃	〃	〃
8	4	1.4	1.6	0	55	7.3	〃	〃	〃	〃	〃
	7	18.8	3.2	8.60	273	27.1	〃	〃	〃	〃	〃
	27	17.6	6.6	4.15	109	11.5	〃	〃	〃	〃	〃
9	11	11.4	10.0	6.90	191	31.3	〃	〃	〃	〃	〃
10	30	6.3	0.8	0	55	16.1	〃	〃	0	〃	0
計				19.65	765		0	0		0	0

第115表 各区の流去水量と土壤流亡量 (54.5m²当) 1958

月 日	雨 量 mm	10分間 最大雨 量 mm	裸 地		全 面 草 生		帶 状 草 生	
			流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %	流 亡 土 壤 kg	流 去 水 水 量 l 流去率 %
7	23	26.0	4.0	5.94	177	12.7	0	0
	25	19.3	4.5	0.24	109	10.6	〃	〃
	29	25.0	5.9	1.53	343	25.7	〃	〃
	31	13.0	6.5	2.41	218	31.3	〃	〃
8	13	17.5	7.0	6.50	332	35.5	〃	〃
	19	23.8	3.5	17.74	204	16.0	〃	〃
	22	11.0	2.0	4.42	245	41.6	〃	〃
9	6	20.0	3.8	0	226	21.1	〃	〃
	7	35.0	3.9	0.71	719	38.4	〃	〃
	17	54.1	3.8	0	1,635	56.5	〃	〃
	18	15.8	3.8	0	245	29.0	〃	〃
	19	31.6	5.1	0	1,063	62.9	〃	〃
	23	10.0	1.0	0	136	25.4	〃	〃
	27	32.8	3.0	0	245	14.0	〃	〃
10	3	7.5	0.3	0	136	33.9	〃	〃
	15	24.0	0.3	0	395	30.8	〃	〃
	23	7.8	0.5	0	136	32.6	〃	〃
	27	10.9	0.3	0	264	45.3	〃	〃
11	11	12.0	0.3	0	82	12.8	〃	0
計				39.49	6,910		0	0
						0	0	0

裸地区の流去水量は54.5m²当 1952年4,851l, 1953年353l, 1954年684l, 1955年5,712l, 1956年682l, 1957年765l, 1958年6,910lの多きに達したが, 全面及び帶状草生区ではそれぞれ, 1952年2,358l, 1,794l, 1953年40l, 25l, 1954年9l, 9l, 1955年以降は0,0であった。

また10分間10mm以上の降雨があつた際の各区の流去率は裸地区では, 1952年52.8%, 1953年1.4%, 1957年31.3%に対し, 両草生区は少なく, 1952年は全面及び帶状草生区それぞれ45.1%, 26.7%, 1953年, 1957年は0,0であった。

1954年, 1955年, 1956年, 1958年には10分間10mm以上の降雨はなかつたが, 7mm以上の降雨があつた際の流去率(1956年は10分間7mm以上の降雨もなかつた)は, 裸地区では1954年7.8%, 1955年24.2%, 1958年35.5%であり両草生区は3年とも零であった。

次に54.5m²当の流亡土壤量は, 両草生区では1953~1958年は零であったが, 1952年は播種したオーチャードグラスが土壤を被覆するまでの間の降雨によって, 全面草生区0.91kg, 帯状草生区1.07kgが流亡した。

一方裸地区では, 1952年71.42kg, 1953年5.67kg, 1954年8.50kg, 1955年114.67kg, 1956年8.21kg, 1957年19.65kg, 1958年39.49kgの土壤が流亡した。

従つて, 7カ年の降雨水中の流去水量は, 裸地区では19,957l, 全面草生区2,407l, 帯状草生区1,828lであり。この流去水とともに流亡した土壤は, 裸地区で267.61kg, 全面草生区0.91kg, 帯状草生区1.07kgに過ぎなかつた。

以上の流去水中及び流亡土壤中に含まれる肥料成分量は第116, 117表のとおりである。

第116表 流去水中に含まれる肥料成分量
(54.5m²当g) 1952~1958

区分	年度	成 分			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
裸 地	1952	45.4	0	79.6	124.5
	1953	1.3	〃	16.5	3.7
	1954	2.4	〃	6.9	5.3
	1955	47.4	〃	63.4	82.5
	1956	5.4	〃	5.3	4.6
	1957	14.3	〃	10.7	19.8
	1958	19.4	〃	36.4	275.4
	計	135.6	0	218.8	515.8
全面草生	1952	16.7	0	79.6	27.4
	1953	0.1	〃	7.8	0.6
	1954	0.1	〃	0.1	0.1
	1955	0	〃	0	0
	1956	0	〃	0	0
	1957	0	〃	0	0
	1958	0	〃	0	0
計		16.9	0	87.5	28.1
帶状草生	1952	11.3	0	92.4	21.4
	1953	0.1	〃	3.6	0.5
	1954	0.1	〃	0.1	0.1
	1955	0	〃	0	0
	1956	0	〃	0	0
	1957	0	〃	0	0
	1958	0	〃	0	0
計		11.5	0	96.1	22.0

第117表 流亡土壤中に含まれる肥料成分量
(54.5m²当g) 1952~1958

区分	年度	成分				
		腐植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
裸地	1952	763.9	295.0	119.5	166.0	1,041.3
	1953	72.0	22.0	10.4	13.2	44.8
	1954	108.1	31.3	14.2	19.8	74.5
	1955	1,456.3	375.0	191.0	220.8	1,782.6
	1956	608.8	21.0	10.9	19.9	80.9
	1957	972.3	56.4	26.0	35.0	211.6
	1958	884.6	134.2	52.3	65.2	450.0
	計	4,866.0	934.9	424.3	539.9	3,685.7
全面草生	1952	11.6	3.7	1.5	2.1	13.3
	1953	0	0	0	0	0
	1954	0	0	0	0	0
	1955	0	0	0	0	0
	1956	0	0	0	0	0
	1957	0	0	0	0	0
	1958	0	0	0	0	0
	計	11.6	3.7	1.5	2.1	13.3
帶状草生	1952	13.6	4.3	1.8	3.2	7.2
	1953	0	0	0	0	0
	1954	0	0	0	0	0
	1955	0	0	0	0	0
	1956	0	0	0	0	0
	1957	0	0	0	0	0
	1958	0	0	0	0	0
	計	13.6	4.3	1.8	3.2	7.2

7カ年の流去水中および流亡土壤中に含まれる肥料成分量は、54.5m²当裸地では窒素1,070.5g、磷酸424.3g、カリ758.7g、石灰4,201.5g、腐植4,866.0gに対し、両草生区は非常に少なく、全面草生区では、窒素20.6g、磷酸1.5g、カリ89.6g、石灰41.4g、腐植11.63g、帶状草生区では、窒素15.8g、磷酸1.8g、カリ99.3g、石灰29.2g、腐植13.6gに過ぎなかった。

融雪水による土壤流失量及び流去水量

1952~1953年の気象表については、A装置の項(第99表)で述べたので1953~1954年から1958~1959年まで、それぞれ12月から3月まで(但し1956~1957年は4月8日まで)の降水量、気温、積雪深を取まとめて示す(第118表)。

融雪水のタンク流入月日は、1952~1953年は1月11日、1953~1954年は12月14日、1954~1955年2月2日、1955~1956年1月20日、1956~1957年1月30日、1957~1958年2月16日、1958~1959年1月30日で、その流入量は第119~125表のとおりである。

第118表 気

月 日	1953~1954					1954~1955					1955~1956				
	雨量	積雪深	気温 °C			雨量	積雪深	気温 °C			雨量	積雪深	気温 °C		
			mm	cm	9時			9時	最高	最低			9時	最高	最低
12	上	18.8	0.3	5.80	10.90	0.70	29.3	11.9	1.35	9.82	-3.90	29.3	11.9	1.35	9.82
	中	44.4	2.1	1.84	3.30	-1.13	55.7	41.9	-1.21	2.13	-5.72	55.7	41.9	-1.21	2.13
	下														
1	上	55.4	13.6	0.20	3.10	-1.07	56.3	72.0	-1.45	0.95	-7.00	56.3	72.0	-1.45	-1.00
	中	15.4	13.4	-1.55	2.19	-2.16	54.2	92.5	-0.80	2.45	-6.30	54.2	92.5	-1.30	2.45
	下	76.7	42.7	-6.10	1.39	-7.87	97.6	120.0	-0.86	2.65	-4.64	107.4	132.0	0.90	2.65
2	上	12.1	33.7	0.96	3.43	-4.38	18.4	88.5	1.05	5.10	-5.90	18.4	88.5	1.05	5.10
	中	9.8	7.2	-1.08	2.78	-2.43	57.5	136.5	1.40	2.90	-5.95	59.5	136.5	-1.90	2.90
	下	43.4	10.9	1.66	5.55	-1.70	19.6	105.0	0.95	4.31	-2.81	19.5	105.0	0.70	3.45
3	上	20.7	2.4	-0.12	1.90	-2.94	24.4	97.0	1.05	4.75	-4.65	24.4	109.0	1.05	4.75
	中	41.2	2.7	1.16	4.55	-2.66	22.8	39.8	2.90	7.30	-3.25	9.3	40.3	2.90	7.30
	下	3.4	0.6	1.67	6.92	-0.77	14.1	0.17	2.99	5.36	-3.59				
4	上														
	計	341.3					450.2					434.0			

備考 1954~1955年の3月下旬は23日まで、1956~1957年の4月上旬は8日まで、1957~

第119表 融雪水の流去量(54.5m²当り) 1952~1953

月 日	裸 地	全面草生	帶状草生
1.11	1,419	1,037	1,228
2.12	955	1,255	1,230
27	136	546	682
28	109	218	300
3. 1	1,146	1,419	1,556
2	327	491	591
3	27	81	136
8	1,119	1,037	1,065
9	95	122	204
10	204	204	218
11	177	177	177
16	41	150	150
19	150	95	109
20	518	354	436
21	600	81	60
22	150	300	163
23	354	330	436
24	354	204	436
25	163	109	245
26	109	409	177
計	7,153	8,589	9,599

第120表 融雪水の流去量(54.5m²当り) 1953~1954

月 日	裸 地	全面草生	帶状草生
12.14	273	177	204
1.12	259	27	27

象 表

1956~1957				1957~1958				1958~1959			
雨量	積雪深	気温 °C		雨量	積雪深	気温 °C		雨量	積雪深	気温 °C	
mm	cm	9時	最高	mm	cm	9時	最高	mm	cm	9時	最高
31.3	27.3	-1.41	2.01	-6.60				12.0	0	2.77	6.79
61.9	55.7	-1.74	0.91	-6.73				11.5	0	1.26	4.75
57.6	59.3	-1.74	2.88	-7.75	9.1	24.4	-0.16	70.0	32.9	-3.37	1.13
43.2	52.3	-0.73	2.03	-6.25	9.1	31.3	-1.18	66.0	62.9	-2.49	2.45
24.1	48.0	0.77	3.12	-5.32	8.7	51.3	3.52	35.2	51.1	-0.08	3.04
17.2	36.8	-0.71	2.07	-5.77	39.5	43.5	-0.35	4.18	-5.10	19.9	38.0
13.6	41.2	-0.28	0.72	-8.22	85.3	41.4	-0.41	4.00	-4.13	35.7	21.0
12.7	46.2	-1.10	1.37	-9.21	14.3	37.5	1.30	3.50	-5.63	23.3	16.5
49.5	58.3	-0.52	4.81	-7.73	23.7	5.2	-0.29	4.18	-5.10	4.9	3.1
13.2	36.5	2.66	5.76	-3.85	0	0	3.61	7.75	-2.70	19.2	1.2
22.7	14.5	2.12	5.34	-4.85	0.1	0	3.71	7.36	-2.00	46.1	0
0.3	1.0	6.20	7.35	-0.10							
347.3				180.7				343.8			

1958年の1月中旬は14~20日まで、1958~1959年の12月中旬は16~20日まで

2.12 27	709 682	136 518	1,010 409
3.24	81	109	81
計	2,004	967	1,831

第121表 融雪水の流去量(54.5m²当り) 1954~1955

月 日	裸 地	全面草生	帶状草生
2. 2	817	817	545
3	817	1,771	272
19	136	136	136
23	81	109	109
28	109	408	218
3. 1	109	231	626
10	81	136	163
14	136	463	681
17	81	109	163
18	1	817	93
19	54	136	109
計	4,056	5,133	3,975

第122表 融雪水の流去量(54.5m²当り) 1955~1956

月 日	裸 地	全面草生	帶状草生
1.20	408	272	272
2.16	817	545	545
3.17 18	408 681	136 136	403 517
計	2,314	1,089	1,742

第123表 融雪水の流去量 (54.5m²当り)
1956~1957

月 日	裸 地	全面草生	帯状草生
1.30 31	954 463	545 409	545 545
3. 4	164	109	109
18	409	245	164
19	436	245	273
20	191	191	218
30	218	136	164
31	1,335	0	0
4. 4	218	82	109
5	736	2/3	273
6	572	0	0
7	409	0	0
計	6,105	2,235	2,400

第124表 融雪水の流去量 (54.5m²当り)
1957~1958

月 日	裸 地	全面草生	帯状草生
2.16 18	518 300	382 273	450 382
計	818	655	832

第125表 融雪水の流去量 (54.5m²当り)
1958~1959

月 日	裸 地	全面草生	帯状草生
1.30	450	0	0
2.14 18	205 55	〃	〃
3. 5 10	177 205	〃	〃
計	1,097	0	0

融雪水の流入量はA装置同様各区の積雪量が異なるので、土壤管理法の相違による差は特に認められなかつたが、7年間に裸地区では23,547l、全面草生区18,668l、帯状草生区20,379lであった。

この流入水による土壤流亡量は両草生区は零であつたのに対し、裸地区は風乾土1952~1953年1.96kg、1953~1954年0.37kg、1954~1955年1.19kg、1955~1956年2.21kg、1956~1957年3.21kg、1957~1958年および1958~1959年は0、合計8.94kgであった。

以上の流去水中および流亡土壤中に含まれる肥料成分量は第126、127表のとおりである。

7カ年の流去水中および流亡土壤中に含まれる肥料成分量は54.5m²当、裸地区では窒素42.6g、磷酸11.9g、カリ54.8g、石灰282.5g、腐植305.4gに対し、全面草生区では窒素13.5g、磷酸0、カリ28.0g、石灰118.2g、腐植0、帯状草生区では窒素14.4g、磷酸0、カリ30.1g、石灰127.8g、腐植0であった。

第126表 流去水中に含まれる肥料成分量
(54.5m²当り) 1952~1958

区分	年度	成分			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
裸 地	1952	5.1	0	11.7	49.4
	1953	1.4	〃	3.3	13.8
	1954	2.9	〃	6.6	28.1
	1955	1.6	〃	3.8	16.0
	1956	4.0	〃	4.3	19.4
	1957	0.6	〃	0.6	2.7
	1958	1.0	〃	7.6	33.1
	計	16.6	0	37.9	162.5
全面草生	1952	6.1	0	14.0	59.3
	1953	0.7	〃	1.6	6.7
	1954	3.7	〃	8.4	35.5
	1955	0.8	〃	1.8	7.5
	1956	1.7	〃	1.7	7.1
	1957	0.5	〃	0.5	2.1
	1958	0	〃	0	0
	計	13.5	0	28.0	118.2
帯状草生	1952	6.8	0	15.6	66.3
	1953	1.3	〃	3.0	12.7
	1954	2.8	〃	6.3	26.7
	1955	1.2	〃	2.8	12.0
	1956	1.7	〃	1.8	7.5
	1957	0.6	〃	0.6	2.1
	1958	0	〃	0	0
	計	14.4	0	30.1	127.8

第127表 流亡土壤中に含まれる肥料成分量
(54.5m²当り) 1952~1958

区分	年度	成分			
		腐 植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
裸 地	1952	43.9	6.7	2.6	3.2
	1953	8.3	1.3	0.5	0.6
	1954	26.7	4.0	1.6	2.0
	1955	49.5	7.5	2.9	3.6
	1956	177.0	6.5	4.3	7.5
	1957	0	0	0	0
	1958	0	0	0	0
	計	305.4	26.0	11.9	16.9
全面草生	1952	0	0	0	0
	1953	〃	〃	〃	〃
	1954	〃	〃	〃	〃
	1955	〃	〃	〃	〃
	1956	〃	〃	〃	〃
	1957	〃	〃	〃	〃
	1958	〃	〃	〃	〃
	計	0	0	0	0
帯状草生	1952	0	0	0	0
	1953	〃	〃	〃	〃
	1954	〃	〃	〃	〃
	1955	〃	〃	〃	〃
	1956	〃	〃	〃	〃
	1957	〃	〃	〃	〃
	1958	〃	〃	〃	〃
	計	0	0	0	0

ハ 総 括

7年間にわたる雨水、融雪水中の流去水量および流去水による土壤流亡量は第128表、流去水および流亡土壤中に含まれる肥料成分量は第129表のとおりであつた。

第128表 流去水および流亡土壤量 (54.5m²当)
1952~1958

流去水および 流亡土壤 区分 流去水 および流 亡をおこし た水の種類	流 去 水 (l)			流 亡 土 壤 (kg)		
	裸 地	全 面 草 生	帶 状 草 生	裸 地	全 面 草 生	帶 状 草 生
降 雨 水	19,957	2,407	1,828	267.61	0.91	1.07
融 雪 水	23,547	18,668	20,379	8.94	0	0
計	43,504	21,075	22,207	276.55	0.91	1.07

3 考 察

土壤侵蝕防止によれば植物被覆の効果については諸外国においては早くから多くの研究が実施され、被覆作物の土壤侵蝕防止効果は確認されている。我国においては、島が1917~1925年までにわたり傾斜地りんご園において土壤侵蝕防止試験を実施し、被覆作物の土壤侵蝕防止効果を認め、帶状土留法を提倡したのがこの方面的研究の始まりであるが、その後戦前はこれに関する研究は島による以外は殆んど実施されなかつた。

しかし戦後我国においても土壤侵蝕防止に関する研究が全国的規模で行われ、⁽⁷⁵⁾⁽⁷⁶⁾土壤侵蝕実態調査と並行して、土壤流亡量測定装置による観測が各種作物について行われるようになった。⁽³⁷⁾⁽⁷⁶⁾⁽¹¹⁷⁾果樹では柑橘については和歌山県園芸試験場、佐賀県立農事試験場、三重県立農業試験場、愛媛県立果樹試験場、桃については山梨県農試園芸分場、滋賀県立農業試験場、りんごについては長野県農業試験

場、岩手県農業試験場において殆んど時を同じくして実施されている。これ等諸試験の中間報告によれば草生栽培⁽⁷⁷⁾⁽⁷⁸⁾は土壤侵蝕防止に顕著な効果を示している。

筆者等の調査結果も前述諸試験と同様、草生栽培の土壤侵蝕防止効果は非常に顕著であった。即ち、傾斜16度の普通畑状態での観測によると、降雨水および融雪水による19.8m²当の土壤流亡量は、2カ年で裸地区では風乾土101.18kg、10a当5,058.8kgであったのに対し、草生区では零であり、傾斜14度のりんご園状態装置では54.5m²当の土壤流亡量は、7カ年で裸地区では風乾土276.55kg、10a当5,060.9kgであったのに対し、帶状草生区では1.07kg、10a当19.6kg、全面草生区では0.91kg、10a当16.7kgであった。而してりんご園状態装置の両草生区の流亡土壤は、被覆作物が播種後地表面を被覆するまでの間に流亡したもので、地表面被覆後の流亡は全く認められなかつた。

次に降雨水および融雪水中の流去水量は、普通畑状態装置においては2カ年で、裸地区では19.8m²当、8,739l、10a当441.3klに対し、全面草生区では4,705l、10a当237.6kl、帶状草生区では6,934l、10a当350.2klであつたし、りんご園状態装置での7カ年の流去水量は54.5m²当裸地区では43,504l、10a当796.1kl、全面草生区では21,075l、10a当385.6kl、帶状草生区では22,207l、10a当406.4klで、草生区の流去水量は非常に少なく、1955年度以降は草生区の降雨中の流去水量は零であった。

この原因は被覆作物によって降雨が遮断され、更に被覆作物によって土壤が改良された結果、土壤の保水量が増大して降雨水の大部分が土壤中に滲透したためと考えられる。この点について田川は裸地と牧草地において土壤透水量を測定した結果、裸地では約17mmであつたのに対し、牧草地では44mmであり、多年生牧草は滲透阻害作用の防止に大きな役割を果すことを認めているし、

第129表 流去水および流亡土壤中に含まれる肥料成分量 (54.5m²当g) 1952~1958

流去水 及び 流 亡 成 分 区分 流去水 および 流亡をおこ した水の種類	裸 地				全 面 草 生				帶 状 草 生							
	腐 植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	腐 植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	腐 植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
降雨水	流去水中		135.6	0	218.8	515.8	16.9	0	87.5	28.1	11.5	0	96.1	22.0		
	流亡土壤中	4,866.0	934.9	424.3	539.9	3,685.7	11.6	3.7	1.5	2.1	13.3	13.6	4.3	1.8	3.2	7.2
	計	4,866.0	1,070.5	424.3	758.7	4,201.5	11.6	20.6	1.5	89.6	41.3	13.6	15.8	1.8	99.3	29.2
融雪水	流去水中		16.6	0	37.9	162.5	13.5	0	28.0	118.2	14.4	0	30.1	127.8		
	流亡土壤中	305.4	26.0	11.9	16.9	119.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計	305.4	42.6	11.9	54.8	282.5	0	13.5	0	28.0	118.2	0	14.4	0	30.1	127.8
合 計		51,71.4	1,113.1	436.2	813.5	4,483.7	11.6	34.1	1.5	117.6	159.6	13.6	30.2	1.8	129.4	157.0

(69) 三原は人工降雨による実験で土地被覆の透水容量におよぼす影響を認め、密生した植物被覆は滲透阻害作用の防止に極めて効果が高く、牧草区土壤の透水容量は裸地区の約2.6倍であったことを明らかにしている。

勿論そうであるからといって、草生区の土壤含水量は清耕区に比較して多くなるということは断言できない。何故ならば、草による土壤水分の消費は莫大な量におよぶからである。しかし、被覆作物の刈取敷草を励行し、草体よりの蒸散量を最少限にとめる手段を講ずるならば、夏季旱魃後の豪雨時では滲透水量は多くなるため草生区の土壤水分状態は清耕区に比較して良好になるものと考えられる。

以上のように、草生区の流去水および流亡土壤が清耕区に比較して非常に少なくなったため、草生区からの流去水および流亡土壤とともに失なわれた肥料成分量は当然清耕区に比較して少なく、草生栽培の土壤侵蝕防止効果は顕著であることを確認することができた。

次にこの調査では、りんご樹下における降水量を調査したが、りんご主枝下の降水量は観測地点に比較して非常に多くなった。これは主枝下では亜主枝その他太い枝に到達した雨水が流下して主枝に達した後落水するためであり、これが主枝からさらに樹幹を流下する雨水と相まってりんごの根を洗い、根部の露出を甚だしくしていることが明らかになった。

(70) 島は帶状土留法を実施するにあたって草の帯を樹と樹の間に設けて樹根を被覆しないのは土壤侵蝕防止上よい方法ではないと論じているが、本調査によってこの事実は明らかにされた。従って傾斜地りんご園で帶状草生栽培を実施する場合、草帯が樹根にかかる場合は、刈取った草を樹冠下に敷き、樹根の露出を防ぐように心掛けなければならない。

4 摘 要

草生栽培の土壤侵蝕防止効果を明らかにするため、1951年より1959年までにわたって降雨および融雪水によるりんご園土壤流亡量を測定した。

傾斜16度の斜面に幅2.2m×長さ9.0mの普通畠状態測定装置を、傾斜14度の斜面に幅5.5m×長さ9.9mのりんご園状態測定装置を作った。装置の両側および上端は、区外からの流入水および流亡土壤を防ぐために板をもって囲み、区内の流去水および流亡土壤を下端のコンクリート製タンクに捕捉した。

試験区別は両装置とも、裸地、全面および帶状草生区の3区とし、被覆作物は普通畠状態装置では赤クローバー、りんご園状態装置ではオーチャードグラスを使用した。調査結果は次のとおりである。

(1) 降雨中の流去水量は、普通畠状態装置では、2カ年で10a当裸地区148.1kL、全面草生区21.8kL、帶状草生区29.6kL、りんご園状態装置では、7カ年で10a当裸地区365.2kL、全面草生区44.0kL、帶状草生区33.5kLで草生区の流去水は裸地区に比較して非常に少なかった。

(2) 降雪中の流去水量は普通畠状態装置では2カ年で10a当裸地区293.2kL、全面草生区215.8kL、帶状草生区320.6kL、りんご園状態装置では7カ年で、10a当裸地区430.9kL、全面草生区341.6kL、帶状草生区372.9kLで、各区間の差はあまり認められなかつた。

(3) この流去水によって、草生区の土壤は殆んど流亡しなかつた。即ち、降雨水および融雪水による土壤流亡量は、普通畠状態装置では2カ年間に、裸地区では10a当風乾土5,109.6kg、全面草生区は零であり、りんご園状態装置では7カ年間に、裸地区では10a当風乾土5,060.9kg、全面草生区および帶状草生区ではそれぞれ16.7kg、19.6kgに過ぎなかつた。

(4) りんご園状態測定装置の降雨水および降雪水による7カ年の流亡土壤および流去水中に含まれる肥料成分量は、10a当裸地区では窒素20.4kg、磷酸8.0kg、カリ14.9kg、石灰82.1kg、腐植94.6kgに対し、全面草生区では窒素624g、磷酸27g、カリ2.2kg、石灰2.9kg、腐植212g、帶状草生区では、窒素553g、磷酸33g、カリ2.4kg、石灰2.9kg、腐植249gであった。

第2節 りんご園の土壤構造におよぼす 草生栽培の影響について

共同研究者

長井晃四郎 外川鉄男 江渡達男

緒 言

土壤構造は土壤肥沃度解明に対する鍵である。この概念は多くの研究者によって早くから認められ、特に(121) WILLIAMSの牧草圃輪作方法は、土壤肥沃度の解明および維持増進に大きな理論的根拠を与えたものとして内外に認められている。

しかし、土壤構造および土壤物理に関する研究は、農業における土壤肥料の研究中では遅れている分野である。果樹栽培においてもこの例に洩れず、土壤構造の如何が果樹の生育にどのような影響をおよぼすかについては諸外国においても研究は少なく、我国においては果樹園土壤の物理的性質に関する研究が森田等によって行われているに過ぎない。筆者等は草生栽培がりんご園土壤肥沃度におよぼす影響を明らかにする目的をもって、草生りんご園土壤の団粒分析を実施し、あわせて土壤構造

の改善に大きな影響をおよぼす被覆作物の根群を調査した。

I りんご園土壤構造におよぼす草生栽培の影響

1 実験方法

1954年青森県下に散在する草生りんご園土壤について団粒分析を実施し、清耕区土壤のそれと比較した。直径6.5cm、長さ50cmの鉄製サンプラーを打込み、所定の深さより採取した土壤から粗大な植物根および巨礫を除き分析⁽¹²⁵⁾供した。分析方法はYODERのWet sieving methodに準じ第28図の如き分析機を使用した。2.5mm, 1.0mm, 0.5mm, 0.25mm, 0.1mmの5個の標準篩(直径16cm)よりなる組篩1組当たり乾土40g相当量の試料を入れ、水中(水道水)で1分間26~28回、3cmの振幅で30分間上下振盪を行った。水槽中に篩を沈め、上死点で篩が丁度水に沈む位に水量を調節し、充分篩中の気泡を追出し、篩を下死点の近くにおいてから土壤を篩の中に移した。30分後静かに篩を引上げ、外側に附着した土壤を水で洗流し、放置して水を切った後各篩にのこった土壤を緩い水噴射で大型蒸発皿に移して放置し、上澄液を流し、110°Cで乾燥秤量してそれぞれのフラクションの粒群および単粒の含量とした。

秤量後、土壤1g当0.5ccの割合で1N NaOHを加え、さらに水を適当に加え、煮沸分散せしめた後再びもとの篩に移し、充分洗滌して篩上に残ったものを単粒とし、乾燥後秤量した。更に5~10gの土壤を秤量管にとり、水分を測定し、供試土壤の乾土量を計算した、最初の秤量値より単粒の秤量値を差引いたものが团粒の量であり、乾土当の100分率でしめした。

2 実験結果

(1) 調査1(りんご試験場自給肥料試験草生区の成績)

イ 調査地の概要

青森県りんご試験場では1931年以降各種の圃場試験を実施しているが、自給肥料試験の1区として草生区が設定された。この試験区は、初代場長故須佐寅三郎が米国留学中に見聞した米国におけるりんごの草生栽培にヒントを得て設置したものである。

試験区の品種は国光、栽植距離 6.4m×6.4m、供試面積は7.5a、樹令は1954年で52年生である。

1931年、赤クローバーを全国に播種したが、赤クローバーの生育が衰えるにつれて白クローバーに切替えた。1950年までは主として白クローバーによって被覆されて

おつたが次第に衰え、現在では禾本科雑草によって被覆されている。この間20年以上にわたり耕耘は全く行わず、草は年2~4回刈取り全面に放置した。肥料は、被覆作物の自給肥料的効果に期待して他区より少なく与えられた。すなわち、1931年から1937年までは、1本当成分量で窒素450~750g、磷酸300~750g、加里450~750gを基準とし、刈取放置した生草中に含まれる肥料成分量を概算し、基準量からの不足分を硫安、過磷酸石灰、硫酸加里で施したため、与えられた無機肥料成分の量は非常に少なかった。

1938年以降は、窒素成分は刈取った被覆作物中に含まれるもののみで間に合わせ、特に無機質窒素肥料を与える、磷酸、加里は1本当成分量で375g宛を過磷酸石灰および硫酸加里で施した。その後1953年以降は、成分量にして1本当窒素750g、磷酸750g、加里750gをそれぞれ硫安、過磷酸石灰、硫酸加里で与えた。

調査は多くの項目について実施したが、その中最も重要な収量を清耕三要素区、清耕堆肥单用区、清耕無肥料区と比較してみた。各区の品種、樹令、栽植距離は草生区と同様である。施肥量は、堆肥区では堆肥以外に肥料を与える、1931年より1940年までは10a当4,500kg、1941年以降は2,250kgを与えている。三要素区は、1940年までは無機質肥料のみを1本当成分量で窒素1,125gを硫安で、磷酸750gを過磷酸石灰で、加里750gを硫酸加里で与えたが、1941年以降は窒素、磷酸、加里とも成分量1本当750gを硫安、過磷酸石灰、硫酸加里で施したほか10a当1,125kgの堆肥を与え、1953年以降は再び堆肥を与える無機三要素区とした。無肥料区は1931年より今日まで全く肥料要素を与えないかった。各区の収量の変遷をしめすと第130表のとおりである。

これによると草生区は20年以上にわたり清耕三要素区より少ない肥料を与えたにもかゝわらず、その収量は清耕三要素区に比較して劣らなかつた。しかも1953年以降は清耕三要素区と同一量の肥料を与えた結果、樹勢は非常に恢復し、その収量は清耕三要素区を上廻るにいたつた。

ロ 团粒分析

試験区の表土は深さ大略30cmの火山灰土で、その下に固い盤層があり、更に砂土が6m以上にわたり引続いている。表土10、20cmの土層について团粒分析を実施した。結果は第131表のとおりである。20cmの土層では清耕無肥料区を除く他の3区間に大差は認められなかつたが、10cm土層では大差が認められ、草生区の团

第130表 各区の収量の変遷(清耕三要素区の収量を100とした) 1931~1956

区名	年度	1931 ~32		33~34		35~36		37~38		39~40		31~40 平均		41~42		43~44		45~46		47~48		49~50		41~50 平均		51~52		53~54		55~56	
		1931	1932	33~34	35~36	37~38	39~40	31~40 平均	41~42	43~44	45~46	47~48	49~50	41~50 平均	51~52	53~54	55~56														
清耕三要素	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
清耕無肥料	64.0	67.9	59.8	69.7	56.4	63.6	41.3	71.5	83.4	51.7	67.6	63.1	51.0	61.0	78.4																
清耕堆肥	96.3	90.8	102.0	97.0	121.9	101.6	68.9	111.5	134.2	85.0	86.4	97.2	72.2	50.6	111.1																
草生	74.7	91.5	105.6	105.0	133.7	102.2	97.1	105.7	135.8	99.9	101.5	108.0	97.6	134.8	136.1																

粒は他区に比較して非常に多く、特に草生区の2.5mm

り非常に多かつた。

以上の団粒は46%で、清耕堆肥区および清耕三要素区よ

第131表 草生栽培が土壤構造におよぼす影響(草生開始後24年目) 1954

区名	深さ cm	团粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上 合計
草生	10	46.0%	3.6%	3.7%	3.5%	2.9%	49.6%
	20	12.5	8.8	8.6	8.9	5.5	21.3
清耕堆肥	10	15.2	7.5	10.9	11.2	4.7	22.7
	20	15.4	7.6	7.5	9.7	6.2	23.0
清耕三要素	10	21.1	5.1	4.0	5.8	4.3	26.2
	20	12.5	8.9	8.8	8.4	5.7	21.4
清耕無肥料	10	3.1	2.5	6.0	9.0	4.3	5.6
	20	5.9	5.5	6.9	7.5	4.7	11.4

ハ 草生、清耕三要素区の土壤中硝酸態窒素の消長

前述の如く、草生区の収量は清耕区に劣ることなく、土壤構造は却つて優れておったが、1952年までは窒素肥料を与えられていなかつたため、外観上窒素不足の状況をしめし、土壤中アンモニア態窒素および硝酸態窒素含

量は清耕三要素区に比較して少なく(第132、133表)、果実の肥大、新梢伸長、樹幹周の肥大も明らかに劣つていた。

所が1953年以降清耕三要素区と同量の肥料を与えた所その生育は非常に旺盛となり、その収量は清耕三要素区を上廻るにいたつた。この原因解明の一手段として1954、1956年の両年草生区と清耕三要素区との土壤中硝酸態窒素含量を測定した。その結果は第134、135表のとおりである。

草生栽培の欠点はりんごと被覆作物との間に窒素成分に対して競奪が引起されることであり、草生下の土壤中窒素含量は清耕区に比較して少ないので普通である。ところがこの成績では土壤の窒素中、草生区の硝酸態窒素は同一量の窒素肥料を与えられた清耕区に

第132表 土壤中アンモニア態窒素の消長(乾土100g中mg数) 1950

区分	月 土層	土壤中アンモニア態窒素の消長(乾土100g中mg数) 1950								
		4	5	6	7	8	9	10	11	
草生	15cm	6.13	25.90	4.85	4.63	0.54	2.87	2.52	1.61	
	45cm	4.75	25.71	4.93	5.22	3.57	1.51	2.53	1.04	
清耕三要素	15cm	6.02	36.63	6.22	11.27	3.35	4.99	1.85	1.22	
	45cm	7.19	39.87	5.31	7.12	3.82	0.85	1.74	1.01	

第133表 土壤中硝酸態窒素の消長(乾土100g中mg数) 1950

区分	月 土層	土壤中硝酸態窒素の消長(乾土100g中mg数) 1950								
		4	5	6	7	8	9	10	11	
草生	15cm	0.51	0.14	1.12	0.30	0.73	1.10	1.06	0.24	
	45cm	0.66	0.32	1.74	0.35	0.41	0.13	0.94	0.76	
清耕三要素	15cm	0.91	0.81	3.21	3.11	6.05	8.72	1.60	1.12	
	45cm	0.53	0.39	1.30	0.68	0.94	0.20	0.88	1.24	

比較して非常に多かった。

この理由は、長い間にわたる草生栽培によって土壤は固粒化され、硝化作用がさかんになり、更に窒素肥料が

充分施されたため、被覆作物とりんごの競争を上廻る硝酸塩が生成されたためと考えられる。

第134表 土壤中硝酸態窒素の消長（乾土100g中のmg数） 1954

区別 土層	月日		4.3	4.20	5.6	5.18	6.3	6.18	7.3	7.17	8.3	8.18	9.3	9.20	10.2	10.18
	15cm	30cm														
草 生	15cm	4.72	16.55	11.87	9.85	5.67	3.85	12.23	9.08	10.55	8.20	9.44	6.47	6.55	6.44	
	30cm	1.67	4.40	4.46	8.55	2.55	5.48	9.94	9.61	8.62	9.52	5.85	9.20	6.15	4.50	
深耕三要素	15cm	2.63	3.43	1.86	2.71	1.88	2.22	9.13	6.90	6.50	10.66	3.89	6.89	4.82	3.49	
	30cm	2.06	3.24	1.45	2.34	1.17	1.18	6.18	2.87	3.32	5.33	6.49	9.45	3.42	7.86	

第135表 土壤中硝酸態窒素の消長（乾土100g中のmg数） 1956

区別 土層	月日		4.28	5.14	5.28	6.13	6.28	7.13	7.28	8.15	8.29	9.13	9.28
	15cm	30cm											
草 生	15cm	0.49	12.55	1.32	4.00	4.60	4.23	2.93	4.80	5.32	4.50	0.95	
	30cm	0.74	5.30	0.44	1.48	4.40	4.41	10.62	11.47	6.37	8.62	3.86	
深耕三要素	15cm	0.68	1.19	0.35	1.55	1.20	2.50	3.29	1.81	1.11	3.30	1.04	
	30cm	0.23	0.74	0.18	0.23	0.96	0.72	0.65	0.51	0.74	0.71	0.67	

(2) 調査2 (りんご試験場ゴールデンデリシャス草生敷草区の成績)

品種はゴールデンデリシャス、樹齢は1955年で大略30年生である。1948年赤クローバーで全面草生を実施し、1952年春、耕起後樹間4.5mにラデノクローバーを播種し、樹冠下4.5mには3.3m²当11.25kgの稻藁を敷草、いわゆる敷草材料を国外から搬入した草生敷草法に切替えた。草生開始後2~4カ年は、草とりんごとの養水分競争のため樹勢は衰弱したが、次第に恢復し、その最近

の収量は第136表のごとく、試験開始時に比較すれば約3倍増となつた。

この試験区は全区草生敷草栽培であったため、この10年来10a当堆肥1,125kgを使用してきた隣接国光清耕園の土壤と比較した。その結果は第137表のとおりである。

草生部の1mm以上の固粒は深耕区に比較して非常に多く、また敷草部の固粒も深耕区に比較して多かつた。

第136表 ゴールデンデリシャス草生敷草区の収量の変遷(1本当kg) 1948~1956

年 度	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
収 量	128.2	94.3	90.5	56.6	70.4	152.9	175.6	223.6	237.0

第137表 草生敷草法が土壤構造によよばす影響(草生開始後7年目、敷草開始後3年目) 1954

区 別	深 cm	固 粒 の 組 成						合 計
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~0.25mm	0.25~0.1mm	1.0mm以上	
草 生	草 生 部	10 20	22.8% 12.9	9.7% 14.7	8.9% 14.7	6.5% 7.3	4.5% 5.2	32.5% 29.6
	敷 草 部	10 20	17.1 9.5	6.4 9.0	5.2 8.8	4.1 7.1	6.3 6.2	23.5 18.5
清 耕	10 20	4.3 4.1	5.1 7.5	4.2 6.6	5.1 6.6	6.3 7.8	9.4 11.6	

(3) 調査 3 (りんご試験場 南部支場の調査)

イ その 1

南部支場で1949年以降実施している土壤管理試験中、清耕区、白クローバー草生区、赤クローバー草生区の土壤について団粒分析を実施した。樹令は1949年で16年生、品種は国光、紅玉、各区の供試面積は約10aであった。白クローバー草生区は1949年以降永久草生区、赤クロー

バー草生区は3年更新(3年目の秋鋤入、翌春再播種)、清耕区は通常清耕、4月堆肥10a当1,125kgを鋤入した。

団粒分析の結果は第138表のとおりである。

20cm土層については、清耕区の土壤団粒は両草生区に比較して多かつたが、10、30cm土層では両草生区の方が清耕区より土壤団粒が多かつた。

第138表 草生栽培が土壤構造におよぼす影響(草生開始後6年目) 1954

区別	深さ cm	団粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上
清耕	10	24.8%	12.4%	13.4%	10.4%	3.3%	37.2%
	20	24.7	18.8	15.9	6.7	2.6	43.5
	30	9.5	21.3	20.7	10.0	3.0	30.8
白クローバー 草生	10	36.8	14.8	13.0	14.4	3.7	51.6
	20	11.4	19.6	18.9	18.6	4.6	31.0
	30	21.0	23.2	14.4	7.5	3.8	44.2
赤クローバー 草生	10	26.5	25.0	15.2	9.2	6.9	51.5
	20	16.5	21.0	18.2	10.9	4.5	37.5
	30	16.2	21.5	17.1	9.2	3.9	37.7

ロ その 2

調査地は南部支場2号園である。この園は長年月にわたり放置されていた当業者経営の衰弱園を、南部支場で借地した樹令13~14年生の紅玉、国光、デリシャスの混植園で、1949年より中耕被覆作物区と草生敷草区との2

区に分け土壤管理試験を実施している。草生敷草、中耕被覆作物両区とも、試験開始後3年目頃から樹勢は次第に恢復してきている。団粒分析の結果は第139表のとおりで、草生区の土壤中団粒は中耕被覆作物区よりはるかに多かつた。

第139表 草生栽培が土壤構造に及ぼす影響(草生開始後6年目) 1954

区別	深さ cm	団粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上
草生	10	28.7%	30.0%	12.7%	6.5%	3.4%	58.7%
	20	37.8	11.4	11.4	7.4	1.2	49.2
	30	15.8	13.8	16.9	10.9	2.9	29.6
中耕被覆作物	10	7.6	29.2	11.5	10.8	3.7	36.8
	20	17.1	8.3	11.6	8.3	3.4	25.4
	30	9.8	8.1	11.5	10.4	2.6	17.9

(4) 調査 4

調査地は青森県りんご試験場3号園で、表土の大半を流失した傾斜地りんご園である。表土流失を防止するため、1952年オーチャードグラスによる草生栽培を開始し、3年目(1954年)に堆肥10a当1,125kg施用の清耕区とその土壤団粒を比較した。結果は第140表の如く、草生区の土壤団粒は草生開始後3カ年を経過したばかりである

にもかゝわらず、清耕区に比較して非常に多かつた。

(5) 調査 5

調査地は青森県南郡藤崎町の沖積土りんご園、品種はスタークリング成木である。1949年赤クローバーを全面に播種し、1952年春耕起後直ちにオーチャードグラスを播種した。草生開始後5年位までは草生区の樹勢は清耕区に比較して劣っていたが、その後恢復し清耕区よりよい

第140表 草生栽培が土壤構造に及ぼす影響(草生開始後3年目) 1954

区別	深さ cm	团粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~ 0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上 合計
草生	10	67.0%	5.6%	5.6%	3.2%	3.0%	72.6%
	20	38.0	15.1	11.2	8.2	4.7	45.9
清耕	10	16.0	14.0	13.6	8.6	7.0	30.0
	20	3.9	5.8	7.7	11.6	11.0	9.7

第141表 草生栽培が土壤構造におよぼす影響(草生開始後6年目) 1954

区別	深さ cm	团粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~ 0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上 合計
草生	10	30.7%	3.8%	9.5%	11.2%	5.5%	34.5%
	20	12.7	4.0	6.1	6.8	7.9	16.7
	30	10.9	5.2	7.6	8.7	8.5	16.1
	40	6.3	5.2	4.2	7.4	7.8	11.5
清耕	10	5.4	4.4	6.5	9.3	7.2	9.8
	20	7.0	5.9	7.0	8.7	8.4	12.9
	30	3.9	6.6	9.1	10.6	7.8	10.5
	40	2.9	3.7	11.8	13.0	8.4	6.6

樹勢を示すにいたつた。团粒分析の結果は第141表のごとく、草生区の团粒は各土層とも清耕区に比較して非常に多かつた。

(6) 調査 6

調査地は弘前市下湯口、土壤は火山灰土である。この園の表土は浅く、15~30cm程度であり、この下には固い盤層があり、排水不良な重粘土が引続いている。このためと、樹令が古いために樹勢は非常に衰弱しておった。1948年から草生栽培を実施したが、草生開始後4年目頃から樹勢は次第に恢復し、現在では大略60年の樹令とは思えぬほど良好な樹勢をしめしている。全園3ha草生栽培を実施し、清耕対照園がないため、園内にりんご樹を伐

採後現在普通作物を作っている地点の土壤を清耕対照区とみなし、土壤の团粒分析を実施した。その結果は第142表の如く、特に表層において草生区の团粒は非常に多かつた。

(7) 調査 7

調査地は青森県西郡木造町のりんご園、土壤は排水良好な火山灰土である。1950年以降草生栽培を実施した。草生区のりんご収量は、草生開始後3カ年は清耕区と殆んど変りなかったが、調査時においては清耕区より3割以上多い収量をしめしていた。团粒分析の結果、第143表の如く草生区の土壤团粒は清耕区に比較してはるかに多かつた。

第142表 草生栽培が土壤構造におよぼす影響(草生開始後7年目) 1954

区別	深さ cm	团粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~ 0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上 合計
草生	10	52.9%	7.9%	8.6%	8.0%	5.6%	60.8%
	20	19.2	17.6	14.9	14.8	9.0	36.8
	30	19.6	22.2	18.7	11.1	4.8	41.8
清耕	10	13.3	17.3	17.4	12.6	7.8	30.6
	20	8.0	25.1	18.2	12.9	8.6	33.1
	30	10.8	24.4	12.6	12.6	5.7	35.2

第143表 草生栽培が土壤構造によぼす影響(草生開始後5年目) 1954

区別	深さ cm	团粒の組成					
		2.5mm以上	2.5~1.0mm	1.0~ 0.5mm	0.5~ 0.25mm	0.25~ 0.1mm	1.0mm以上 合計
草生	10	55.3%	9.7%	7.5%	5.9%	4.4%	65.0%
	20	19.6	24.2	15.7	10.0	5.3	43.8
	30	17.2	23.2	19.8	10.5	4.6	40.4
清耕	10	33.0	13.8	5.7	10.8	6.2	46.8
	20	9.1	17.6	19.8	17.9	8.1	26.7
	30	10.6	17.4	20.4	14.4	10.3	28.0

II 被覆作物の根群調査

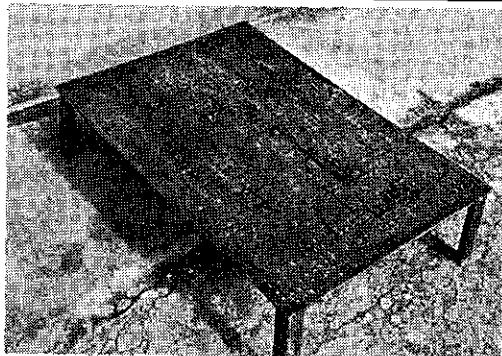
1954年、播種1年半後の各種被覆作物についてその根群を調査した。

1 調査方法

調査は安間により改良されたmonolith法を若干改変して実施した。即ち、調査器具として第29図のごとき根系採取框(90cm×60cm×9cmの薄い鉄板製)と第30図のごとき根系洗滌台(厚さ0.5cmの鉄板製、4cm²毎に直径1cmの孔を開けたもの)を使用した。まず草生地に穴を掘り、土壤断面を框の大きさに削り(第31図)、框をはめこみ(第32図)、Soil monolithを框に移して(第33図)洗滌台に上げ(第34図)、このmonolithの上った洗滌台を一夜水槽に浸し、取上げた後噴霧器で洗滌して(第35図)、洗い出された根を洗滌台に付着させたまゝ写真を撮り(第36、37図)、根の乾燥後土壤の深さ毎に台から取って秤量した。



第29図 根系採取框



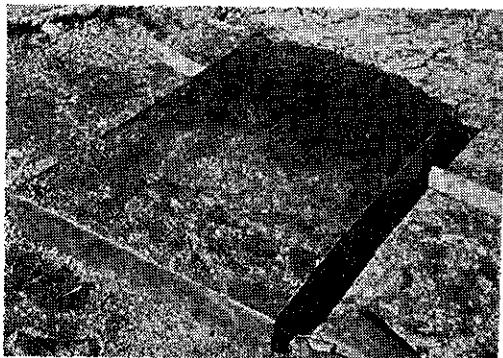
第30図 根系洗滌台



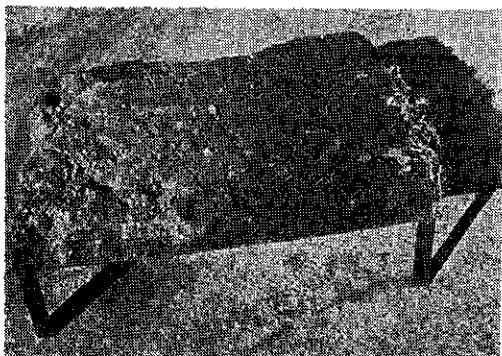
第31図 框の大きさに削った土壤断面



第32図 框のはめこみ



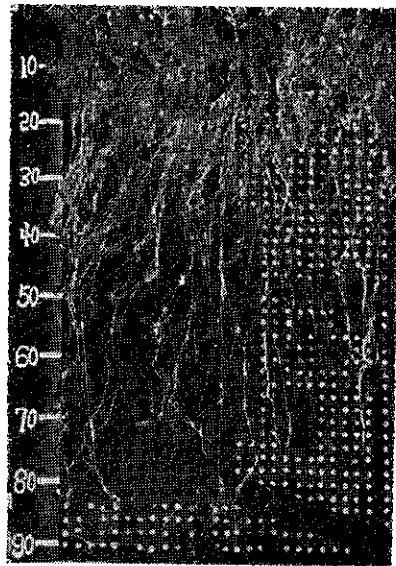
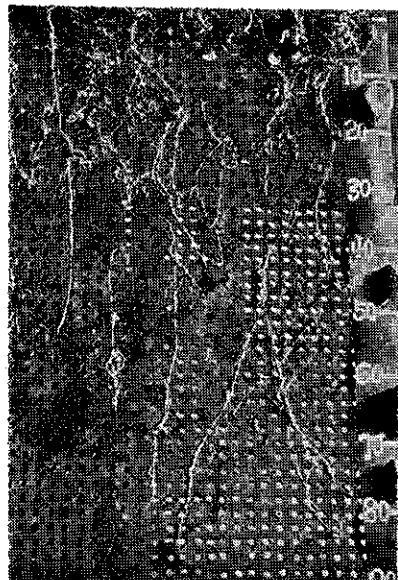
第33図 框に移された Soil monolith



第34図 根系洗滌台にのった Soil monolith



第35図 Soil monolith の洗滌

第36図 洗滌台上の根系
(オーチヤードグラス スケールの単位cm)第37図 洗滌台上の根系
(ラデノクローバー スケールの単位cm)

2 調査結果

調査はりんご試験場第1号園において実施した。土壤は第38図の如く地表下60cmの所に固い盤層があり、りんご樹根の侵入を妨げている。使用した被覆作物は赤クローバー、ラデノクローバー、ペレニアルライグラス、トールオートグラス、バーズフットトレフォイル、レッドトッピング、リードキャナリーグラス、ケンタッキー31フ

エスク、ブロームグラス、チモシー、白クローバーである。1953年4月20日播種、1954年8~9月に調査した。調査結果は第144表のとおりである。

各被覆作物はいずれもりんご樹根の伸入できない固い盤層を破壊し、白クローバーを除き地表下90cmまで到達し、その根量の最高はケンタッキー31フエスクで10a当生体重1,807.5kgであった。

第144表 被覆作物の根重および分布 1954

被 覆 作 物	根 重 (生体重/3.3m ² 当)	分 布 %		
		地表0~30cm	30~60cm	60~90cm
赤 ク ロ 一 バ 一	3.04	92.7	6.3	1.0
ラ デ ノ ク ロ 一 バ 一	3.53	93.7	4.2	2.1
ペ レ ニ ア ル ライ グ ラ ス	3.39	80.5	16.3	3.2
ト ー ル オ ー ト グ ラ ス	4.11	88.5	9.1	2.4
オーチ カ ー ド グ ラ ス	5.08	88.0	10.3	1.7
バ ー ズ フ ッ ト ト レ フ オ イ ル	3.61	80.0	17.5	2.5
レ ッ ド ト ッ プ	2.65	89.1	8.6	2.3
リ ー ド キ ャ ナ リ ー グ ラ ス	4.44	74.7	21.9	3.4
ケンタッキー 31 フ エ ス ク	6.03	74.6	20.4	5.0
ブ ロ ー ム グ ラ ス	2.35	76.8	16.3	6.9
チ モ シ 一	1.60	85.4	12.4	2.2
白 ク ロ 一 バ 一	1.77	94.2	5.8	0

III 考 察

(24) HAVIS は、草生、敷草、耕耘の3土壤管理法が果樹園土壤の团粒化におよぼす影響について調査を実施した。調査した園は2カ所で、1カ所では26年間草生、清耕、敷草の管理を続け、他の園では42年間この3処理を継続した。その結果A層については、耕耘区では小さな团粒しか認められなかつたが、敷草区では乾土の24%、草生区では18%が1mm以上の团粒であったし、B層においても同じ傾向が認められた。

(45)(87) 柏木等は、滋賀県蒲生郡北比都佐村において多年生牧草混播栽培地土壤、熟畑土壤、未耕地土壤について土壤構造に関する一連の化学的、物理的研究を行つた。その結果、多年生牧草栽培地土壤の表層、第2層(7~21cm)は物理的性質の全ての点において優れ、未耕地表層土がかなり良好な性質をもつてることを見出し、熟畑の表層土が構造に関する物理的性質において劣つていると注目すべき事実を発表している。更に柏木は、西欧におけると同じように、本邦畑土壤についても1年生作物を多年連続栽培して土壤構造が不良になつた熟畑土壤に、多年生牧草を混播栽培することによって、土壤の若返りが可能であろうと述べている。

(46) 北岸は、東北農試飼料生産圃場および岩手山南麓の1農家圃場において、牧草輪作における土壤構造の変化を調査した。その結果、いずれの調査においても耐水性粒團の形成は牧草導入後2~3年から顕著になつたことを報告している。

以上のように、多年生牧草が土壤構造によい影響をお

よばすことが明らかにされているが、等者等の調査によつてもこの事実は明らかに認められた。即ち殆んど全調査園において草生区土壤の团粒は清耕区よりも、特に有効团粒とみなされる 2.5mm 以上の大きな团粒が多くなっていることが認められ、また北岸の報告のように、草生開始後3年目から团粒の増加が認められた。

一方堆肥10a当1,125kg内外を施した清耕区の土壤中には团粒が非常に少なく、清耕栽培では土壤構造の悪化を防ぐことは殆んど不可能であることも明らかになつた。

また草生栽培の欠点はりんごと被覆作物とが窒素成分に対して競争を引起することであり、草生下の土壤中窒素含量は清耕区に比較して少ないのが普通であったが、この調査で1931年以降草生栽培を継続実施してきた園(調査1)では、1953年以降清耕三要素区と同量の肥料を与えたところ、その土壤中硝酸態窒素は清耕区に比較して高い値を示した。この理由としては、長期間にわたる草生栽培によって土壤の团粒化が進み、硝化作用がさかんになり、硝酸塩の生成が清耕区より多くなつたものと考えられる。事実森田はこの土壤(調査1)中の硝化作用、アンモニア化成作用等を調査し、草生区のそれは清耕区に比較してさかんであり、特に硝化作用において著しいことを報告している。

本調査においては、土壤水分に関する調査を行っていないが、柏木は、团粒中の毛細管は多量の水分を保持し、作物根が最も効果的に水分を摂取しうる範囲である P F 2.7~3.2 のエネルギーで保存されている水分の多いことを報告している。

以上の点から考察を進めて行けば、草生栽培の欠点で

ある養水分競合は、草生栽培初期に起るものであり、草生栽培を継続実施して行く間にその競合は次第にうすれ、遂には認められなくなり、りんごは全生育期間を通して水分と養分を与えられるようになり、りんごの増産が達成されると云うことが出来る。事実調査1にみられた草生区の収量が深耕区の3割以上の増収をきたしたことはその可能性を充分に示しているものと云えよう。

次に、植物根が安定粒団の生成にとって他の条件と同様に重要なことは、多くの実験結果および野外の觀察によって支持されているが、これ等の根の効果の本質⁽¹⁾を明確に表明する説明はないようである。しかしBAVERは、粒団生成の機構はともかくとして、生成された粒団を安定せしめるある物質が植物根から生ずることは尤もな結論であり、更に土壤孔隙量におよぼす根の影響は疑う余地がないと述べているし、北岸等は、クリリウムを添加しても耐水性粒団が形成され難い土壤でも、多年生牧草によって安定な粒団が形成されると云う事実は、生きた根の作用が粒団形成に重要な役割を演じたと推測する根拠を与えるものであると述べている。

筆者等はこのように土壤肥沃化に大きな役割を果す被覆作物の根群を調査したが、播種後僅か1年半にして、被覆作物の根群はりんご樹根の容易に伸入出来ない盤層をも破壊して地表下90cmまで到達していることを認めたが、このことは被覆作物の根群は土壤構造の改良に大きな役割を果していることを示すものと云うことが出来る。

IV 摘 要

りんご園の土壤構造におよぼす草生栽培の影響を明らかにするために、りんご園土壤の団粒分析を実施し、また被覆作物の根群を調査した。調査結果を要約すると次のとおりである。

(1) 草生区土壤の団粒は深耕区土壤に比較して非常に多く、特に2.5mm以上の粒径の大きな団粒が多かった。また団粒の増加は草生栽培開始後3年目から顕著に認められた。

(2) 被覆作物の根群は播種後1年半にしてりんご樹根の伸入が容易でない固い盤層を破壊して90cmまで達し、草生区土壤に大量の有機物を与えた。

第3節 りんご園の滲透溶脱におよぼす 草生栽培の影響

共同研究者

相馬盛雄 泉谷文足 一木 茂

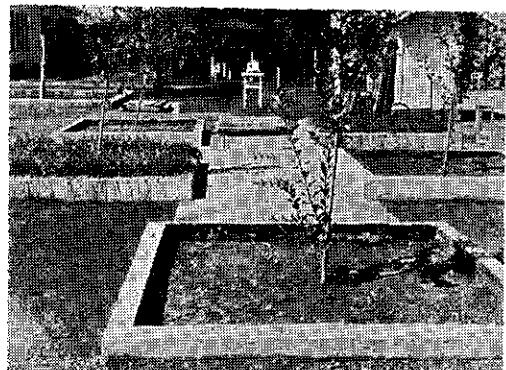
緒 言

或土壤から滲透水によって流亡する植物養分の量は、気候条件、土壤の性質、土壤管理法、施肥量、作物の種類によって異なるが、就中土壤管理法の影響は非常に大きい。諸外国においてはライシメーターを使用し、各種の作物についてこれに関する研究が行われている。我国の果樹界においても早くからライシメーターを使用してこの方面的研究が実施されたが、第2次世界大戦中の人手不足のため、又当時は器械による迅速分析法が我国において確立されていなかつたため研究が進まず、成績を發表するまでにいたらなかつた。

青森県りんご試験場においてもこの例に洩れず、戦前設置したライシメーターはその機能を発揮することが出来ず、排水部の故障等も起つて試験を放棄した。しかし戦後新しいライシメーター5基が設置され、器械による分析法も確立されるに至つたので、りんご園から滲透水とともに流亡する肥料成分量を知り、あわせて流亡養分におよぼす草生栽培の影響を明らかにする目的をもつて試験を実施した。

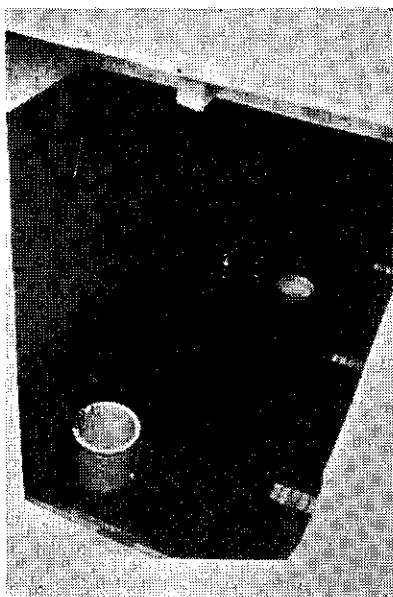
1 実 験 方 法

1949年、青森県りんご試験場1号園肥料試験加里専用区(現無窒素区)に、面積3.3m²、深さ1.8mのコーンル大学型ライシメーター5基を設置した(第39、40図)。



第39図 ライシメーター

試験区の土壤は第1章第2表において説明した如く排水良好な火山灰土であり、その土壤断面および原土の化



第40図 ライシメーター排水部

学的性質は第41図および第145表のとおりである。

第145表 土壤の化学的性質(乾土中%)

土層 cm	腐植	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
15	11.24	0.446	0.14	0.092	1.23
40	1.10	0.116	0.08	0.077	1.61
90	0.08	0.062	0.06	0.069	1.42

1953年までは放置して土壤の沈下を待ち、1954年透水量のはゞ等しいもの4基をえらび試験を開始した。区別

は草生および清耕各2基宛とし、両区とも4月21日4年生国光苗木を植え、1基当硫安、過磷酸石灰、硫酸加里、消石灰で窒素、加里、石灰はそれぞれ成分量187.5g、磷酸は93.8gを施し、同日草生区にはオーチャードグラスを播種した。尚国光は木が大きくなり過ぎたため1956年4月堀取り、新たに3年生スタークリッピング苗木を植付けた。

滲透水は5月1日より採取分析に供した。

1955年度以降の施肥は、4月21日に1954年度と同量施した。オーチャードグラスは、1954年度3回、1955年度7回、1956年度7回、1957年度8回、1958年度7回刈取り、一旦ライシメーター外に運び出し、乾燥、細断して草生区ライシメーターに敷草した。

滲透水は毎日10時に計量し、その中一定量を瓶に貯え毎日分析した。而して融雪期のように毎日50l近い滲透水のある時は、1日の滲透水量の $\frac{1}{100}$ を貯水し、夏期および乾燥期の如く透水量の少ない季節には、その全量を貯蔵し分析に供した。分析方法はアンモニア態窒素はHarper法に準じた方法で、硝酸態窒素はフェノール硫酸法(A.O.A.C.法)で測定し、その合計をもって全窒素含量とし、磷酸はmolybdivanadophosphoric acid比色法⁽¹⁹³⁾、加里は焰光光度計法、石灰は修酸塗法で実施した。

2 実験結果

(1) 降水量および滲透水量

イ 降水量

1954~1958年度の降水量は第146表のとおりである。

第146表 降水量 1954~1958

年 旬 月	1954				1955				1956				1957				1958			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計
4					9.9	21.7	28.7	60.3	1.4	33.5	36.1	71.0	12.4	20.7	11.0	44.1	9.3	14.2	24.3	47.8
5	60.4	10.1	20.5	91.0	13.3	58.5	61.1	135.4	7.9	0	12.9	20.8	15.5	43.5	33.2	92.2	28.9	37.2	13.9	80.0
6	37.0	23.3	60.3	120.6	5.5	47.5	90.5	143.5	40.2	21.7	46.0	107.9	39.3	1.7	4.4	45.4	10.3	27.5	16.8	54.6
7	4.2	0	34.4	38.6	48.5	0.2	18.3	67.0	19.6	23.7	39.7	83.0	40.9	29.5	55.2	125.6	9.4	18.9	149.0	177.3
8	34.8	22.8	56.4	114.0	39.8	45.8	55.6	141.2	57.1	6.3	8.4	71.8	56.6	12.9	69.8	139.3	0.8	82.1	18.9	101.8
9	54.2	32.6	81.4	168.2	101.2	45.0	16.8	163.0	44.0	0.4	16.3	60.7	46.5	49.2	22.9	118.6	107.177	0.0	55.5	339.5
10	9.7	15.0	36.4	61.1	73.6	79.8	66.0	219.4	36.8	31.2	18.8	86.8	83.6	27.0	14.5	125.1	12.8	67.3	44.5	124.6
11	24.1	13.2	6.0	43.3	51.6	58.4	28.9	138.9	36.8	34.8	25.6	97.2	26.8	6.9	11.8	45.5	42.1	140.8	13.1	96.0
12	31.9	43.0	59.9	134.8	13.2	21.8	40.0	75.0	60.6	63.4	47.0	165.2	25.5	64.7	30.2	120.4	14.0	29.5	25.1	68.6
1	79.3	58.6	69.0	206.9	32.0	42.8	27.3	102.1	44.9	68.4	73.8	187.1	40.3	60.8	50.9	152.0	80.8	81.9	48.5	211.2
2	26.5	65.2	18.0	109.7	31.7	30.5	26.1	88.3	21.0	44.2	27.6	92.8	41.5	35.7	20.6	97.8	23.4	34.3	20.2	77.9
3	17.9	32.0	17.6	67.5	32.0	15.2	44.6	91.8	51.5	6.1	18.0	75.6	33.6	10.4	20.5	64.5	27.5	17.2	48.8	93.5
計				1,161				1,425				1,119				1,170				1,386
				.1				.9				.9				.5				.4

降水量は1954年度1,161.1mm, 1955年1,425.9mm, 1956年1,119.9mm, 1957年1,170.5mm, 1958年1,386.4mmであったが、夏期乾燥期には、1954年度は7回(6月1日, 2日, 7月22日, 31日, 8月8日, 13日, 18日), 1955年度は6回(7月19日, 21日, 23日, 8月6日, 11日, 16日), 1956年度は4回(5月28日, 6月14日, 7月4日, 8月2日), 1957年度は2回(7月25日, 8月22日), 1958年度は3回(

6月30日, 8月1日, 23日), 各回20mm降雨に相当する水を各区に灌水したため、ライシメーターに対する実際の降水量は1954年度1,301.1mm, 1955年度1,545.9mm, 1956年度1,199.9mm, 1957年度1,210.5mm, 1958年度1,446.4mmとなった。

□ 滲透水量

両区の滲透水量は第147~151表のとおりである。

第147表 両区の滲透水量(3.3m²当り) 1954

月 別 旬	5				6				7				8			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計
草生	9.4	30.2	16.8	56.4	29.7	13.8	8.0	51.5	5.1	3.4	2.6	11.1	2.2	2.1	2.5	6.8
清耕	17.1	35.1	17.9	70.1	23.0	20.7	14.6	58.3	15.5	13.5	10.0	39.0	13.6	27.2	24.2	65.0
月 別 旬	9				10				11				12			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計
草生	2.5	4.0	2.7	9.2	59.7	14.3	6.2	80.2	2.5	1.0	0.4	3.9	0.6	11.2	62.5	74.3
清耕	76.7	24.3	23.4	124.4	74.7	14.6	7.5	96.8	3.8	5.4	8.4	17.6	23.4	19.6	89.6	132.6
月 別 旬	1				2				3				合 計			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計
草生	28.4	16.9	22.9	68.2	39.9	26.1	34.1	100.1	84.8	247.4	247.7	579.9	1,041.6			
清耕	30.8	21.0	21.4	73.2	46.1	37.9	25.0	109.0	97.3	321.6	402.2	821.1	1,607.1			

第148表 両区の滲透水量(3.3m²当り) 1955

月 別 旬	4				5				6				7				
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	
草生	342.4	41.9	53.8	438.1	35.7	10.7	7.8	54.2	21.1	11.9	14.9	47.9	24.9	9.1	4.6	38.6	
清耕	331.1	31.4	14.3	376.8	25.5	13.8	69.1	108.4	34.0	12.7	71.9	118.6	30.0	16.5	7.5	54.0	
月 別 旬	8				9				10				11				
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	
草生	2.5	1.0	8.0	11.5	38.4	30.8	14.4	83.6	8.3	103.2	129.2	240.7	174.6	180.1	65.8	420.5	
清耕	1.7	0.2	11.7	13.6	59.0	31.6	7.1	97.7	11.7	154.4	126.6	292.7	166.5	208.1	70.1	444.7	
月 別 旬	12				1				2				3				
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	
草生	65.9	41.3	130.5	237.7	60.9	44.0	26.1	131.0	16.7	25.1	17.8	59.6	16.3	167.8	385.0	569.1	2,332.5
清耕	56.9	26.7	184.5	268.1	54.0	48.0	29.3	131.3	351.7	45.2	40.6	137.5	24.6	228.1	347.7	600.4	2,643.8

第149表 西区の滲透水量(3.3m²当り) 1956

第150表 両区の滲透水量(3.3m²当り) 1957

第151表 両区の滲透水量(3.3m²当り) 1958

全降水中滲透流去水の割合は、清耕区では1954年37.4%，1955年51.8%，1956年29.3%，1957年42.1%，1958年50.8%，草生区では1954年24.3%，1955年45.7%，1956年13.2%，1957年34.7%，1958年44.9%であった。各年とも、滲透水は晩秋より融雪期にかけて次第に多くなり、1957年を除き3月が最も多かった。

而して11月から3月までの滲透水量は、草生区では、全滲透水量の1954年79.3%，1955年59.8%，1956年70.8%，1957年51.1%，1958年61.1%，清耕区では全滲透水量の1954年度71.8%，1955年度60.7%，1956年度86.5%、1957年度53.6%，1958年度61.2%に達した。

(2) 滲透水とともに流亡した肥料成分量

イ 窒 素

両区の窒素成分の流亡量は第152表のとおりである。5カ年間の窒素成分流亡量の合計は、3.3m²当草生区では129.49g、清耕区では385.94gで草生区の窒素流亡量は清耕区の33.6%に過ぎなかった。

ロ 磷 酸

各年両区とも、滲透水中には磷酸成分は全く認められなかった。

ハ 加 里

両区の加里成分の流亡量は第153表のとおりである。5カ年間の加里成分流亡量の合計は、3.3m²当草生区では64.84g、清耕区では95.84gで、草生区の加里流亡量は清耕区の67.7%であった。

第152表 滲透水とともに流亡した窒素成分量 (3.3m²当g) 1954~1958

年	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
	区別													
1954	草 生		0.61	0.63	0.03	0.02	0.06	0.33	0.02	0.39	0.35	0.53	6.56	9.53
	清 耕		0.82	0.82	0.13	0.41	1.10	0.87	0.20	2.55	2.33	5.71	51.80	66.73
1955	草 生	6.84	0.87	1.48	0.56	0.20	1.99	2.23	6.76	5.44	2.41	3.93	2.89	35.50
	清 耕	17.21	6.25	3.61	0.99	0.10	5.68	12.16	29.79	17.01	7.65	6.07	5.33	111.86
1956	草 生	0.25	0.04	0.01	0	0	0.03	0	0	0.43	0.20	0.47	0.62	2.05
	清 耕	0.46	0.07	0.02	0.18	0.25	0.07	0.15	0.49	0.41	4.21	4.28	9.35	19.94
1957	草 生	12.82	0.23	2.04	0.08	0	0.08	1.61	0.33	4.32	4.99	5.27	4.36	34.13
	清 耕	10.05	0.70	0.14	0.66	0.97	1.46	4.47	3.69	9.37	22.53	11.68	13.41	79.13
1958	草 生	2.31	1.17	0.08	0.02	0	3.10	2.96	5.16	5.67	5.25	11.03	11.53	48.28
	清 耕	2.02	1.22	0.09	0.17	0	4.20	11.75	25.81	18.85	10.46	22.28	10.83	108.28

第153表 滲透水とともに流亡した加里成分量 (3.3m²当g) 1954~1958

年	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
	区別													
1954	草 生		0.20	0.33	0.14	0.09	0.12	0.74	0.05	0.77	0.45	0.43	1.79	5.11
	清 耕		0.29	0.47	0.43	0.76	1.38	0.98	0.31	1.33	0.67	0.87	4.98	12.47
1955	草 生	1.67	0.26	0.33	0.32	0.21	0.74	1.93	3.45	8.74	8.15	0.39	3.73	29.92
	清 耕	2.01	0.94	1.14	0.56	0.20	1.41	3.75	4.92	15.64	9.78	1.10	2.75	44.20
1956	草 生	0.52	0.10	0.01	0	0	0	0	0	0.75	0.40	0.34	0.70	2.82
	清 耕	0.43	0.08	0.03	0.19	0.20	0.05	0.02	0.15	0.37	0.57	0.80	1.36	4.25
1957	草 生	3.41	0.13	0.03	0.08	0	0.07	0.64	0.15	1.20	1.07	0.71	2.02	9.51
	清 耕	2.91	0.18	0.08	0.47	0.51	0.68	1.10	1.04	1.45	1.55	1.56	1.83	13.36
1958	草 生	0.50	0.25	0.04	0.01	0	6.64	1.08	1.38	1.19	0.84	1.78	3.77	17.48
	清 耕	0.84	0.40	0.07	0.19	0	7.89	1.05	1.41	1.34	1.19	3.23	3.95	21.56

ニ 石灰

両区の石灰成分の流亡量は第154表のとおりである。

5カ年間の石灰成分流亡量の合計は、 $3.3m^2$ 当草生区

では1,123.70g、清耕区では1,767.11gで、草生区の石灰流亡量は清耕区の63.6%に過ぎなかった。

第154表 滲透水とともに流亡した石灰成分量 ($3.3m^2$ 当g) 1954~1958

年	区別	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
1954	草生		2.79	4.51	1.23	0.53	0.74	4.78	0.29	2.69	2.28	2.84	36.48	59.16	
	清耕		3.35	5.50	4.30	5.20	8.84	4.59	1.49	9.95	5.94	10.84	179.72	239.72	
1955	草生	35.49	3.43	3.40	4.57	1.04	17.72	21.17	38.02	44.12	15.28	8.78	100.61	293.63	
	清耕	55.09	12.73	14.70	8.62	2.60	16.83	73.04	30.89	44.67	24.14	15.65	66.42	365.38	
1956	草生	14.80	3.31	0.44	0.03	0	0.29	0	0	6.81	5.35	2.20	17.84	51.07	
	清耕	10.00	2.17	0.86	0.77	2.24	0.65	0.64	13.41	3.51	7.92	15.59	56.32	114.08	
1957	草生	22.45	3.04	0.38	0.11	0	0.52	8.60	2.04	20.31	30.72	19.56	59.86	167.59	
	清耕	104.98	4.29	1.17	3.80	9.68	10.34	22.72	20.00	32.93	59.92	63.32	66.56	399.71	
1958	草生	4.53	6.32	0.40	1.17	0	177.90	31.37	44.82	39.78	31.60	68.04	146.32	552.25	
	清耕	4.39	9.36	0.75	2.76	0	222.09	28.71	49.27	47.86	43.00	121.35	118.68	648.22	

ホ 総 括

両区から5カ年間に滲透流去した水量は $3.3m^2$ 当草生区7,283.4l、清耕区9,277.5lであり、この滲透水とともに流亡した肥料成分量を総括すると第155表のとおりである。

草生栽培の滲透溶脱防止によれば効果は非常に顕著であった。

第155表 滲透水とともに5カ年間に流亡した肥料成分量 ($3.3m^2$ 当g) 1954~1958

区別	成分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
草生		129.49	0	64.84	1,123.70
清耕		385.94	0	95.84	1,767.11

3 考 察

土壤中にいる雨の量が土壤の容水量より多い場合には必ず水の滲透作用によって流亡がひきおこされる。このようにして失われた水分の量は、降雨量および降雨水がどのような経路をたどるかによって影響をうけるのは勿論であるが、土壤の性質、作物の存否によって異なるものである。特に作物が耕作されている場合には、植物体は雨滴を阻止し、大量の水分を吸収するから、滲透により逃げる水分量は著しく減少する。滲透および溶脱作用を研究するためには、排水装置のある土壤を利用する方法とライシメーターを利用する方法がある。

ライシメーターには色々の型があり、それぞれ特徴があるが、筆者等が使用したものはコネル大学型である。

このライシメーターでは、土壤状態が著しく擾乱されており、その物理性も原土と同様な状態にはなり得ないため、この装置による滲透溶脱量は自然状態におけるものとは若干異なっている。即ち、土壤はより粗鬆になっており、しかも地表流去水は全くないため、一定量の水を受けた際におこる滲透溶脱量は自然状態より多い。

以上のような理由があるから、この試験によって得られた記録の絶対値は自然状態とは異なるが、種々の条件下の土壤の比較研究にあたっては極めて有効な手段である。

ローザムステット農試のライシメーター試験によると1871年より1912年までに裸地から滲透水として流亡した水分量は降雨水の約50%に達し、また滲透による冬期の排水量は夏期の3倍に達している。

(32) WOLLNY が集録したヨーロッパの土壤18種について裸地で行われた試験成績によると、降雨量の41%以上は滲透水として失われている。作物の生えている状態ではコネル大学の成績がある。これによれば無栽培地では全降雨水の70%が滲透水として排出されたが、作付区(玉蜀黍、えん麦、小麦等の輪作)では57%であった。

筆者等の調査によると、草生区と清耕区では明らかに滲透水量が異なり、清耕区の滲透水量は草生区に比較して多かった。また草生、清耕両区とも、11月から3月までの滲透水量は4月から10月までに比較して多く、前述の諸成績と同じ傾向を示していた。

次に、滲透水とともに流亡する肥料成分についてみる

と、気候条件、土壤の性質、土壤管理法、施肥法および作物の種類によってその流亡量は著しく変動するが、これ等の結果の中には非常に明らかな共通点が認められる。その第1は、滲透水とともに流亡する石灰量は湿润地帯の場合には、土壤条件、処理法のいかんにかゝわらず非常に多いこと、第2は土壤の保持力が強いため磷酸は殆んど溶脱されないこと、第3は、作物が生えていると植物養分の溶脱される量は非常に減少し、この現象は窒素について顕著であると云うことである。

COLLISONは、直径1.5m、含有土壤3,178kg余のライシメーターにアルファルファを2カ年作つて鋤込み、続いて2カ年休閑地とし、再び2カ年アルファルファをやって鋤込み、次の2カ年を休閑裸地とする。この処理を繰返し、タンクより流出する漏水中の窒素含量を測定した。その結果、アルファルファを鋤込んで2カ年休閑して被覆作物がないと、休閑の最初の年は窒素の漏失が多くなる。休閑後アルファルファを入れると、初めの1年は草がまだ小さいので、窒素の吸收は少なく漏失は相當あるが、2年目になるとアルファルファが繁茂して漏失は殆んどなくなる。而してアルファルファの次に休閑せず1年目に大麦、2年目に小麦をつくり、その後2カ年アルファルファを栽培し、大麦、小麦に移る区は、16カ年の窒素の漏失が10a当平均39.7kgであったのに対し、2カ年の休閑をはさんだ区は10a当130kgに達しておった。

BIZZELLは使用された窒素肥料の土壤からの損失を明らかにするためにライシメーターを使用した。区別はチモシー連年栽培区、玉蜀黍、燕麦、チモシーの4年輪作区の2区とし、窒素源として硝酸曹達を使用した。その結果チモシー連年栽培区では10a当1年の窒素の損失量は使用した14.07kgの硝酸曹達中1.25kg、輪作区は4.31kgであり、土壤中窒素の保全におよばすチモシーの効果は非常に高いことを明らかにしている。

筆者等の調査も前述諸調査結果と同様の傾向を示している。即ち、石灰の溶脱量は両区とも他の成分に比較して非常に多く、磷酸の溶脱は全く認められなかつた。窒素については、草生区の溶脱は清耕区に比較して非常に少なかつた。勿論被覆作物が土壤中より窒素を吸収するため、少なくともその分だけ土壤中の窒素を減少せしめ

ることは明らかであるが、一方雨水によって当然漏出すべき窒素成分を草が吸収して有機態に変え、冬期間中保存し、これがりんご園に返されることになり、草生区の加里、石灰成分溶脱量の減少とともに、これが草生栽培の大きな利点の一つであると云うことが出来る。

4 摘 要

ライシメーターを使用して、1954年から1958年まで、草生、清耕両土壤管理法がりんご園の滲透溶脱におよぼす影響を調査した。ライシメーターは面積3.3m²、深さ1.8mのコーネル大学型のもので、草生2基、清耕2基を使用した。両区に4年生国光幼木を植え、草生区には被覆作物としてオーチャードグラスを栽植した。尚国光幼木は大きくなり過ぎたため1956年4月刈取り、直ちに3年生スターキング幼木を植付けた。

肥料は毎年4月20日に1基當窒素、磷酸、加里、石灰を成分量それぞれ187.5g, 93.8g, 187.5g, 187.5gを施した。

試験結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 5カ年間の滲透流去水量は10a当草生区では2,185.02kl、清耕区では2,783.25klであった。

(2) 全降水水中滲透流去水の割合は、清耕区では29.3~51.8%、平均42.3%、草生区では13.2~45.7%、平均32.6%で、草生区の滲透水量は清耕区の78.5%であった。両区とも、滲透水量は晩秋より冬期間中にかけて次第に多くなり、3月には最高に達した。而して11月から3月までの滲透水量は全滲透水の51.1~86.5%に達した。

(3) 滲透水とともに溶脱する成分中最も多いものは石灰であり、窒素がこれに次ぎ、加里は非常に少なかつた。また磷酸の溶脱は全く認められなかつた。草生区から溶脱する肥料成分量は清耕区に比較して少なかつたが、特に窒素成分について顕著であった。

(4) 施した肥料と土壤中に元來含まれている無機成分中から5カ年間に溶脱した肥料成分量は10a当清耕区では窒素115.8kg、磷酸零、加里28.8kg、石灰530.1kg、草生区では窒素38.8kg、磷酸零、加里19.5kg、石灰337.1kgで、草生栽培の溶脱防止効果は非常に顕著であつた。

第4章 りんご園被覆作物に関する研究

共同研究者 外川鉄男

緒 言

りんご園被覆作物に関する調査研究は、果樹の草生栽培に関する研究の一部として多くの研究者によって実施されている。

我国における初期の草生栽培に関する研究は、被覆作物として主として赤クローバーを使用して実施されてきた。従って赤クローバーに関する調査は多く、赤クローバーがりんご園被覆作物として優れたものであることはすでに筆者等が第1章において述べたとおりであるが、赤クローバー以外の被覆作物については、あまり調査が行われなかつた。

ここにおいて、筆者等は1952年以降、各種被覆作物の生育、生態を調査し、りんご園被覆作物としての適否を明らかにしようと試みた。

1 調査方法

各種被覆作物を普通畑状態およびりんご園下に栽培してその生草収量を調査した。

禾本科作物：オーチャードグラス、レッドトップ、ブロームグラス、チモシー、トールオートグラス、ペレニアルライグラス、リードキヤナリーグラス。

豆科作物：ラデノクローバー、バーズフットトレフィル。

これ等の被覆作物を普通畑および密植りんご園下に植え、その生草収量を調査した。播種月日は1952年4月20

日、播種面積は1区6.6m²で3反覆し、肥料は毎年10a当硫安37.5kg、過磷酸石灰37.5kg、硫酸カリ15kg、消石灰112.5kgを施した。

播種量は10a当ラデノクローバー450g、その他は900gであった。

2 調査結果

(1) 普通畑状態における各被覆作物の生草収量
この試験は2つの土壤について実施した。

(1) 暗 土

りんご試験場1号園の土壤を供試した。土壤の一般的性質は第3章第80表にしめしたとおりである。被覆作物の刈取は1952年2回、1953年、1954年は3回宛行つた。調査結果は第156表のとおりである。

草生栽培は、生草を沢山あげることがその目的ではないが、りんごに悪影響を及ぼさない範囲内では、生草量の多い被覆作物を利用する方が有利である。かゝる点から生草量をみれば、3カ年合計で生草量の多い作物はオーチャードグラス、ラデノクローバー、トールオートグラスであり、以下ペレニアルライグラス、バーズフットトレフィル、リードキヤナリーグラス、チモシー、ブロームグラス、レッドトップの順であつた。

(2) 褐色ポドゾール土壤

りんご試験場第3号園の土壤を供試した。その土壤の一般的性質は第3章第81表にしめしたとおりである。この試験区は生育2年目の冬野鼠の被害をうけ、3年目の

第156表 各被覆作物の生草収量(生草重、3.3m²当kg) 1952~1954

被覆作物	刈取月日	年			1952			1953			1954			3カ年合計
		7.21	10.1	計	6.1	7.11	9.21	計	6.1	7.11	10.11	計		
オーチャードグラス		3.5	2.9	6.4	12.2	5.2	8.5	25.9	14.6	4.8	7.5	26.9	57.2	
レッドトップ		2.8	2.8	5.6	6.3	4.8	2.4	13.5	4.7	3.3	3.7	11.7	30.8	
ブロームグラス		3.0	1.4	4.4	5.0	3.7	2.7	11.4	7.6	5.0	3.3	15.9	31.3	
バーズフットトレフィル		3.3	1.8	5.1	10.3	4.0	4.8	19.1	10.0	8.5	4.3	22.8	36.9	
チモシー		1.6	2.5	4.1	6.8	2.7	4.9	14.4	7.0	3.9	2.4	13.3	31.8	
トールオートグラス		3.5	3.8	7.3	10.4	3.2	6.4	20.0	8.7	6.6	5.6	20.9	48.2	
ペレニアルライグラス		3.6	3.2	6.8	12.3	4.0	4.4	20.7	8.8	5.8	4.1	18.7	46.2	
リードキヤナリーグラス		2.7	3.8	6.5	6.3	4.8	2.4	13.5	8.0	3.9	4.8	16.7	36.7	
ラデノクローバー		1.4	3.0	4.4	12.1	10.9	5.2	28.2	11.0	8.5	2.4	21.9	54.5	

成績を求めるることは出来なかつた。調査結果は第157表のとおりである。

2カ年の生草量の合計は、暗土同様、オーチャードグラス、ラデノクローバー、トールオートグラスが多く、以下リードキヤナリーグラス、ペレニアルライグラス、レッドトップ、バーズフットトレフォイル、チモシー、

ブロームグラスの順であつた。

(2) りんご園における各被覆作物の生草収量

10a当300本栽植のりんご試1号園内実生園に播種した。土壤は暗土である。実生園下の照度（晴天時10時の）を普通畠状態および10a当24本栽植の密植園のものに比較すると第158、159表のとおりである。

第157表 各被覆作物の生草収量（生草重、3.3m²当kg） 1952～1953

被覆作物	刈取月日	年 1952			1953			2カ年 合 計
		7.21	10.1	計	6.1	7.11	9.21	
オーチャードグラス		1.6	2.6	4.2	2.8	2.4	3.9	9.1 13.3
レッドトップ		3.1	2.4	5.5	2.6	0.9	0.5	4.0 9.5
ブロームグラス		2.2	1.3	3.5	2.2	0.8	0.3	3.3 6.8
バーズフットトレフォイル		2.3	2.3	4.6	2.3	1.3	1.0	4.6 9.2
チモシー		1.0	1.6	2.6	3.7	0.9	0.6	5.2 7.8
トールオートグラス		3.5	2.4	5.9	5.4	1.6	0.8	7.8 13.7
ペレニアルライグラス		2.8	3.4	6.2	4.2	0.7	0.4	5.3 11.5
リードキヤナリーグラス		3.1	2.9	6.0	4.5	1.5	0.8	6.8 12.8
ラデノクローバー		1.4	5.0	6.4	3.0	1.4	4.0	8.4 14.8

第158表 供試各区の照度 1952

月 旬	照 度	普通畠状態		密植りんご園 (10a24本植)		密植りんご園 (10a300本植実生園)	
		照 度	普通畠状態区 に対する%	照 度	普通畠状態区 に対する%	照 度	普通畠状態区 に対する%
5	下	84,500ルクス	100.0	15,000ルクス	17.7	39,000ルクス	46.1
6	上	50,000	100.0	12,500	25.0	25,000	50.0
	中	90,000	100.0	10,000	11.1	17,000	18.8
	下	60,000	100.0	7,000	11.6	12,500	20.8

第159表 供試各区の照度 1953

月 旬	照 度	普通畠状態		密植りんご園 (10a24本植)		密植りんご園 (10a300本植実生園)	
		照 度	普通畠状態区 に対する%	照 度	普通畠状態区 に対する%	照 度	普通畠状態区 に対する%
4	下	75,000ルクス	100.0	75,000ルクス	100.0	75,000ルクス	100.0
5	上	80,000	100.0	80,000	100.0	80,000	100.0
	中	50,800	100.0	39,000	76.8	21,667	42.7
	下	39,667	100.0	19,833	49.9	10,000	25.2
6	上	44,000	100.0	14,475	32.9	12,225	27.8
	中	39,000	100.0	9,997	25.6	6,933	17.8
	下	57,000	100.0	13,200	23.2	6,200	10.9
7	上	39,600	100.0	4,300	10.9	4,600	12.0
	中	39,142	100.0	4,900	12.5	6,385	16.3
	下	40,500	100.0	4,567	11.3	6,400	15.8
8	上	59,000	100.0	4,900	8.3	6,900	11.7

実生園の照度は、10a当24本栽植の密植りんご園下にはゞ四適し、陽光のよくあたる普通畠状態に比較すれば5月中旬以降次第に低下し、7月中旬以降になると普通畠状態の10%内外に過ぎなかつた。実生園は年々伐採していったので、3カ年にわたりこの遮蔽状態を維持することの出来た区は、ラデノクローバーおよびオーチャードグラスの2被覆作物に過ぎなかつたが、その生草収量は第160表のとおりであつた。

遮光の影響を強く受ける播種2年目(1953年)の生草収量はオーチャードグラスが最も優れ、チモシー、ラデノクローバーこれに次ぎ、バーズフットトレフォイルは遮光に弱く、2年目で枯死状態となつた。

また2年目の生草収量を前述普通畠状態暗土の生草収量に比較した所、耐陰性の強いものはチモシーおよびブロームグラスであり、その生草収量は、陽光を充分うけているものに殆んど劣らなかつた。

第160表 各被覆作物の生草収量(生草重、3.3m²当kg) 1952~1954

被覆作物	刈取月日	年			1952			1953			1954			3カ年合計
		7.21	10.1	計	6.1	7.11	9.21	計	6.1	7.11	10.11	計		
オーチャードグラス		2.6	1.7	4.3	7.5	4.5	2.8	14.8	7.0	2.4	4.4	13.8	32.9	
レッドトップ		0.9	2.7	3.6	4.5	3.8	0.8	9.1						
ブロームグラス		1.2	3.0	4.2	8.0	2.7	0.4	11.1						
バーズフットトレフォイル		0.3	0.4	0.7	2.5	2.1	*	4.6						
チモシー		2.7	0.6	3.3	7.0	6.3	1.2	14.5						
トールオートグラス		1.7	1.6	3.3	7.5	2.3	0.7	10.5						
ペレニアルライグラス		2.5	9.0	6.5	7.5	2.8	0.3	10.6						
リードキヤナリーグラス		2.0	3.1	5.1	7.3	2.9	0.3	10.5						
ラデノクローバー		0.5	0.6	1.1	7.0	3.5	1.5	12.0	3.7	2.4	1.0	7.1	20.2	

* 枯死状態

(3) 総 括

以上3カ年の調査結果を取締めてみると、生草量が多く耐陰性が強く、かつ地力のよくない土壤においても割合よく生育し得る被覆作物はオーチャードグラス、ラデノクローバー、トールオートグラスであり、生草の絶体量はオーチャードグラスに劣るが、日陰に強いものはチモシー、ブロームグラスであった。而してバーズフットトレフォイルを除き、他の被覆作物と云えども、りんご園被覆作物として充分利用出来る生育をしめしているが、最良のものとしては、オーチャードグラス、ラデノクローバーがあげられ、トールオートグラス、リードキヤナリーグラス、チモシー、ブロームグラス、ペレニアルライグラス等がこれに次いで利用出来るものと考えられる。

3 考 察

りんご園被覆作物として第一に備えていなければならない性質は耐陰性である。りんご園では葉が繁茂するにつれて日光の投射が遮られるが、このような状況のもとにおいても生育が旺盛なこと、或いは遮光が強くなる前に、即ち早春に生育の旺盛なことが望ましい。次にりんごの草生栽培の欠点はりんごと被覆作物との養水分を競

奪することであるから、この競合の度の強くない草が必要である。特に乾燥地では、浅根性の草、刈取後の生育の鈍い草が望まれるが、一方排水不良土壤では、生育が旺盛で過剰な水分を排除できる草が望ましい。また被覆作物には、傾斜地りんご園のような土壤のよくない所でもよい生育を示す性質がなければならない。このようにりんご園被覆作物の選択にあたっては、明らかにしなければならない問題点多いため、最近各地でこの方面的研究が行われている。
(77)(78)(79)(80)

これ等の試験中遮光下における被覆作物の生育については静岡県柑橘試験場、四国農業試験場、山形県農業試験場、岩手県農業試験場の成績がある。

山形県農業試験場の蘿蔔を使用した人工遮光試験によれば、日向区、日陰区とも、その生草収量はケンタッキーフェスクが最も多収であり、日向区ではケンタッキーフェスクに次いでラデノクローバー、ブレリーグラス、トールオートグラス、ルーサン、日陰区ではトールオートグラス、オーチャードグラス、ラデノクローバーの生草量が多かつた。また実際りんご園下で薦科被覆作物について実施した岩手県農業試験場の調査によれば、レッドクローバー、アルサイククローバー、ラデノクロ

ーバーの中で、耐陰性の最も強かったのはラデノクローバーであった。

筆者等の調査でもこの傾向は認められ、耐陰性の最も強かったものはチモシーおよびブロームグラスであったが、遮光下でもその生草量の多いものはオーチャードグラス、トールオートグラス、ラデノクローバー、リードキヤナリーグラス等であり、この中オーチャードグラスおよびラデノクローバーの生育は土壤の悪変した傾斜地においても非常に旺盛であった。而して、被覆作物の生育が旺盛であると云うことは、一方では草生栽培初期のりんごと被覆作物との養水分競奪の大きいことを意味し、これがその被覆作物の欠点となる場合もあるが、適切な養水分競奪防止策を講ずるならば、生草量の多いということは、敷草材料および有機物を豊富に自給できるため、被覆作物の有利な性質の一つとみなすことが出来る。

従つてオーチャードグラス、ラデノクローバーは非常に優れた被覆作物であり、これにつぐものとしてはチモシー、ブロームグラス、トールオートグラス、ペレニアルライグラス、リードキヤナリーグラス等があげられる。

4 摘 要

1952年から1954年までの間にわたり、りんご園被覆作物として優れたものを見出す目的をもって調査を実施した。

りんご園被覆作物として最も優れているものは、禾本科ではオーチャードグラス、薺科ではラデノクローバーであり、チモシー、ブロームグラス、トールオートグラス、ペレニアルライグラス、リードキヤナリーグラスがこれに次いだ。

第5章 草生敷草法の実施方法

緒 言

元来草生法とは、樹間に多年生の牧草あるいは雑草を生やして、全く耕耘を行わない方法であるが、年間数回刈取り、刈取った草を園内に敷草する場合を特に草生敷草法と称している。而して草生敷草法はその実施方法によって二つに大別される。

一つは全面草生敷草法で、被覆作物を全園に播種し、隨時刈取り、その場に放置する方法であり、他の一つは帯状草生敷草法で、園全体に草を播かないで一定の幅毎に草生地を作り、刈取った草は草帯と草帯との間および樹冠下に敷草する方法、即ち草生にする部分と敷草する部分とが明らかに区分されている方法である。而して帯状草生敷草法は、場合によつては園外から敷草材料を搬入し、樹冠下および草帯間に敷葉し、刈取った草を更にその上に敷草するので、その場合は草生法と敷草法との中間法とみなすことが出来る。

土壤の深い、土壤水分の豊富な沖積土地帯や、土壤水分の多い排水不良土地帯で草生栽培を実施する場合には全面草生敷草法を採用しても差支えない。

所が我国りんご園の大半は、土壤の悪変している傾斜地に存在し、また乾燥地のりんご園も多い。このような所で全面草生敷草法を実施すれば、たとえ第2章において明らかにした養水分競奪防止策を講じても、樹勢の減退を防止出来ない場合もあると考えられる。しかし、帯状草生敷草法を実施すれば、被覆作物の播種面積は園の内外となり、その上刈取った草は草帯間その他に敷草されるので、りんごと草の養水分競奪は、全面草生敷草法に比較して非常に少なく、更に園外から材料を搬入、敷草することも出来るため、安全に草生栽培を実施することが出来る。

したがつて深耕栽培から草生栽培に移行する場合には帯状草生敷草法の型式で実施することが望ましい。このようにして3~4年を経過すれば、土壤は次第に肥沃になり養水分競奪のおそれも少なくなるから、漸次全面草生法に切替えることが出来るようになる。

1 幼木園の草生敷草法

樹の周囲90cm~1.8m位の間には稲藁その他の敷草材料を敷き、その他の部分は草生にする（第42図）。

刈取った草は敷草の上あるいは草帯間に敷き、樹令が進むにしたがつて敷草する部分を拡げる。但し鼠の多い園では早春根の周囲を必ず耕起し、第43図のように根際を少しあけて敷葉（草）し、更に7月中旬以降は敷葉（



第42図 幼木園の草生敷草法

草）を相当範囲取除き（第44図）、晚秋までの間に数回中耕する。

2 成木園の草生敷草法

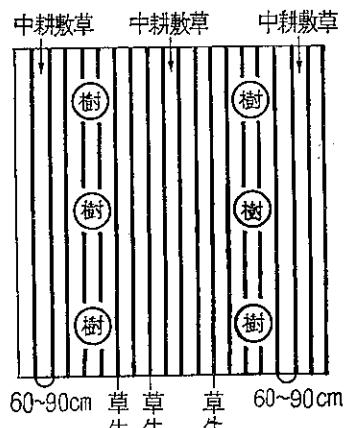
広幅草生敷草法、小幅草生敷草法、条播草生敷草法に大別される（第45、46、47図）。



第45図 広幅草生敷草法
(園外から稻藁を搬入した場合)



第46図 小幅草生敷草法



第47圖 条播草生敷草法

刈取った草は樹冠下あるいは草帯間に敷草する。乾燥地や土壤の悪い所では、園外から敷草材料を搬入し、樹冠下あるいは草帯間に敷き、その上に刈取った草を敷いてゆく。

(1) 播種

被覆作物として、豆科では赤クローバー、白クローバー、ラデノクローバー、禾本科作物ではオーチヤードグラス、トールオートグラス、リードキヤナリーグラス、ペレニアルライグラス、チモシー、ブロームグラス等を使用する。全園草生栽培を実施する場合の播種量は、10a当赤クローバー900g、白クローバー、ラデノクローバー450g、禾本科被覆作物は900~1350gであるが、帶状草生敷草法では、播種面積が全園草生に比較して少ないので面積に応じて加減する。

4月から9月中旬までの間に随時播種する。各被覆作物とも発芽を良好にするには、土壤が膨軟で空気の透通のよいことが大切であるから整地は出来るだけ丁寧に行う。播種後レーキでかきまわし覆土する。乾燥地や軽い土壤では深めに覆土した方がよい。

(2) 発芽後の手入れ

どの被覆作物も発芽後1~2ヶ月間は生育が鈍く、他の雑草に包囲されがちであるから、この期間は雑草を高刈

りして被覆作物を守るように心掛ける。

(3) 草生園の施肥法

草生開始後3~4年間は、りんごと被覆作物との間に窒素成分に対し競合が引起されるから、清耕栽培の場合より窒素肥料を5割位多く与え、尿素の葉面散布を実施する。肥料は出来るだけ早めに施し、尿素は開花直前落花直後、落花10日後、落花25日後の4回、水10l当21gを薬剤に混用散布する。

(4) 刈取敷草

りんごと被覆作物との競争を防止するために、4月から8月下旬までは、天候、土壤条件、被覆作物の生育に応じて刈取を励行しなければならない。特にオーチヤードグラスおよびラデノクローバーは生育が旺盛であるから刈取回数を多くしなければならない。

(5) 草生りんご園の病害虫対策

イ モニリア病に対しては、早春園全体をフォーク、レーキ等で清掃し、4月中旬、下旬、5月上旬の3回、消石灰を10a当37.5kg宛、計112.5kgを草の上に散布し、その他モニリア病防除の一般作業および人工授粉を徹底的に実施する。なお早春の園地の清掃は斑点性落葉病の防除にも役立つ。

ロ ナミハダニを防除するため、8月中旬に被覆作物にも200倍石灰硫酸合剤を散布する。

ハ 被覆作物を喰害するヨトウムシ、ウリハムシモドキ等には、一般薬剤散布の際、草にも散布し、またBHCの1%散粉剤を散粉する。

ニ 野鼠防除には野鼠の一般防除法特に晩秋樹のまわりを清耕するほか、モノフルオール醋酸留達等殺鼠剤を使用する。

(6) 更新

赤クローバー草生園は播種後3年目に、オーチヤードグラス、白クローバー、ラデノクローバーその他の草生園は5~10年毎に更新する。

更新はりんご樹根の活動の鈍い晩秋に行う。この際肥料石灰10a当75~112.5kgを散布後耕起する。

第 6 章 総 括

1948年から1959年までの12カ年にわたり、りんご園土壌管理法としての草生敷草法の実用化を目的として、青森県りんご試験場において調査研究を実施した。調査結果を総括すれば次のとおりである。

1 我国のりんご園土壌管理法は、これまで深耕法を主体として実施されてきたため、本研究を実施するまでは草生栽培に関する研究資料は殆んどなかった。従って第1章において筆者等は、我国で草生栽培を実施する場合解明しなければならない諸問題点を明らかにする目的をもつて、草生りんご園の実態調査を実施した。その結果、草生栽培の欠点は、りんごと被覆作物との間に養水分に対する競奪が引き起こされること、養分競奪の主体は窒素成分であること、および赤クローバーはりんご園被覆作物として非常に優れたものであることを明らかにした。

2 第2章において筆者等は、草生栽培の欠点を防止するために諸試験を実施した。その結果、りんごと被覆作物との窒素成分競奪は尿素の表面散布および帯状草生敷草法を実施することにより、水分競奪は被覆作物をひんぱんに刈取ることによって防止出来ることを明らかにした。

3 第3章において筆者等は、我国において実施された場合の草生栽培の利点を明らかにするために諸試験を実施した。その結果、草生栽培には次の三つの利点があることが明らかになった。

(1) 傾斜地りんご園の土壤侵蝕は草生栽培によって完全に防止することが出来る。

(2) 草生栽培を実施して3～4年以上を経過すれば土壤構造の団粒化が進み、土壤は肥沃になる。

(3) りんご園における滲透溶脱は、草生栽培によつて非常に少なくなる。

4 第4章において筆者等は各種被覆作物の生育を調査した。その結果、りんご園被覆作物として最も優れているものはオーチャードグラスおよびラデノクローバーであり、チモシー、ブロームグラス、トールオートグラス、ペレニアルライグラス、リードキヤナリーグラスがこれに次ぐものであることを明らかにした。

5 以上の諸調査結果により、草生栽培は我国のりんご園土壌管理法として非常に合理的な方法であり、かつその実施法の大要も明らかになつたので、第5章においては、草生敷草法の実施方法について記述した。

引　用　文　獻

- (1) ALBRECHT, W. A. 1922. Nitrate accumulation under straw mulch. *Soil Sci.* 14 : 299~305.
- (2) ALBRECHT, W. A. and R. E. UHLAND. 1925. Nitrate accumulation under straw mulch. *Soil Sci.* 20 : 253~267.
- (3) 安間 正虎. 1952. 作物試験法講習会テキスト. 47~50.
- (4) ANONYMOUS. 1949. (Dupont) "Nu Green", a readily soluble nitrogen fertilizer for spray application to apple trees, being introduced in selected areas. *Agricultural News Letter.* 17(2).
- (5) ANTHONY, R. D. and J. H. WARING. 1925. Fertility in apple orchard. *Penn. Agr. Exp. sta. Bull.* 192.
- (6) 青森県農事試験場. 1918~1925. 業務年報.
- (7) 青森県りんご試験場. 1952. 青森県りんご試験場業績20年抄.
- (8) 青森県りんご試験場. 1931~1954. 業務年報.
- (9) 青森県りんご課. 1952. 昭和26年青森県りんご不作関係実態調査報告書. りんご課資料第19号.
- (10) 浅見与七. 1953. 英国園芸雑記. 農及園28 (10, 11) : 1249~1250, 1361~1362.
- (11) BAVER, L. D. 1948. *Soil Physics.* John Wiley and Sons.
- (12) BEAUMONT, A. B., A. C. SESSIONS and O. W. KELLEY. 1927. Nitrate accumulation under mulch. *Soil Sci.* 24: 177~185.
- (13) BENNETT, H. H. 1952. The problems of soil erosion in the United States. *Proc. and Papers First Internat. Cong. Soil Sci.* IV : 748~757.
- (14) BENNETT, H. H. 1939. *Soil Conservation.* McGraw Hill.
- (15) BIZZELL, J. A. and L. T. LYON. 1927. Composition of drainage waters from lysimeters at Cornell University. *Proc. and Papers, First Internat. Cong. Soil Sci.* II : 342~357.
- (16) BIZZELL, J. A. 1944. Lysimeter experiments VI. The effects of cropping fertilization on the losses of nitrogen from the soil. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir* 256.
- (17) BOYNTON, D. 1950. Experiment with foliage nitrogen sprays for fruit trees. *N. J. State Hort. Soc.* 33 : 2249.
- (18) BOYNTON, D. 1950. Foliar nitrogen sprays for fruit trees. *Hoosier Hort.* 32 : 38.
- (19) COLLISON, R. C. 1920. A progress report of fertilizer experiments with fruit trees. *N. Y. State Agr. Exp. Sta. Bull.* 477.
- (20) COLLISON, R. C., H. C. BEATTIE and J. D. HARLAN. 1933. Lysimeter investigations III. Mineral and water relations and final nitrogen balance in legume and non-legume crop rotations for a period of 16 years. *N. Y. State Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 212.
- (21) COMPTON, O. C., W. C. GRANVILLE and E. S. PHILLIPS. 1946. Color standards for McIntosh apple leaves. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 824.
- (22) COOK, J. A. and D. BOYNTON. 1952. Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59: 82~90.
- (23) CULLINAN, F. P. and C. E. BAKER. 1927. Orchard soil management studies. *Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 315.
- (24) CULLINAN, F. P. and J. H. WEINBERGER. 1936. Some effects of four years of cover crops in a young peach orchard. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34 : 242~246.
- (25) DAVIS, R. C. 1913. Economic waste from soil erosion. *U. S. Dept. of Agriculture year book.*
- (26) FISHER, E. G. 1952. The principles underlying foliage applications of urea for nitrogen fertilizer of McIntosh apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59 : 91~98.
- (27) FISHER, E. G., D. BOYNTON and K. SKODIVN. 1948. Nitrogen fertilization of the McIntosh apple with leaf sprays of urea. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51 : 23~32.
- (28) FISHER, E. G. and J. A. COOK. 1950. Nitrogen fertilization of the McIntosh apple with leaf sprays of urea II. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55 : 25~40.
- (29) GOURLEY, J. H. and F. S. HOWLETT. 1953. *Modern Fruit Production.* Macmillan Company.
- (30) GOURLEY, J. H. 1919. Sod, tillage and fertilizers for the apple orchard. *New Hamp. Agr. Exp. Sta. Bull.* 190.
- (31) GUSTAFSON, A. F. 1937. *Conservation of the Soil.* McGraw Hill.
- (32) HALL, A. D. 1917. *The book of the Rothamsted Experiments.* E. P. Dutten and Company.
- (33) HAMILTON, J. H., D. H. PALMITER and L. C. ANDERSON. 1943. Preliminary tests with uramon in foliage sprays as a means of regulating the nitrogen supply of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 : 123~126.

- (34) HAVIS, A. L. 1942. Aggregation of an orchard soil under sod, mulch, and cultivation. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40 : 28.
- (35) HARLEY, C. P. 1950. Some responses to foliage application of urea. Md. State Hort. Sci. Proc. 52 : 12~14.
- (36) 北海道総合開発委員会. 1952. 北海道に於ける土壤侵蝕実態とその対策. 上川支庁管内十勝岳山麓地区実態調査.
- (37) 一戸貞光・島田晃雄・工藤健一. 1956. 土壤侵蝕防止の研究 第1報. 作物の種類及び作付体系と土壤侵蝕. 東北農試研究報告第8号.
- (38) JONES, W. W. and E. R. PARKER. 1949. Application of urea to foliage of orange trees. Calif. Citrog. 34 : 463.
- (39) JONES, W. W. and M. L. STEINACKER. 1953. Leaf sprays of urea as a source of nitrogen for orange trees. Citrus leaves 33 : 10~12.
- (40) JUDKINS, W. P. and H. A. ROLLINS. 1943. The effect of sod, cultivation and mulch treatments on soil moisture, soil nitrate and tree growth in a young peach orchard. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43:7~10.
- (41) JUDKINS, W. P. and I. W. WANDER. 1945. The effect of cultivation, sod and sod plus straw mulch on the growth and yield of peach trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 46 : 183~186.
- (42) 菅野一郎. 1948. 東北大學川渡農場の土壤型と土蝕侵蝕状況について. 東北農業2(3, 4) : 94~102.
- (43) 菅野一郎. 1950. 土壤侵蝕調査法について. 農学 4 (2) : 138~144.
- (44) 菅野一郎. 1949. 開拓農場の土壤侵蝕調査. 農及園24(9) : 617~618.
- (45) 柏木大安・太田寛一・横井肇. 1955. 土壤構造に関する研究(第一報). 日野土壤の化学的性質について. 土肥誌26(5) : 183~187.
- (46) 北岸確三・沖田 正. 1956. 土壤構造に関する研究 第2報. 牧草輪作における土壤構造の変化. 東北農試研究報告9号. 62~71.
- (47) 児玉宗一・一戸貞光. 1949. 土壤侵蝕実態調査(第3報). 傾斜地りんご園に於ける土壤侵蝕の実態. 東北農業研究.
- (48) 今喜代治・小野徳治. 1951. りんご樹冠容積と生産量との関係. 農芸学会昭和26年秋季大会発表要旨.
- (49) KUYKENDALL, J. R. and A. WALLACE. 1953. Urea nitrogen as foliar spray. Calif. Agr. 7(3) : 6.
- (50) KUYKENDALL, J. R. and A. WALLACE. 1954. Absorption and hydrolysis of urea by detached citrus leaves immersed in urea solution. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64 : 117~127.
- (51) 京大農学部農芸化学教室. 1950. 農芸化学実験書上巻. 産業図書株式会社.
- (52) LANGORD, L. R. 1937. Effect of sod, cultivation and straw mulch upon orchard soil moisture content. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35 : 313~314.
- (53) LARSEN, R. P. 1951. Foliar application of nitrogen to peach trees. Master's Thesis. Kansas State College.
- (54) LATIMER, L. P. and G. P. PERCIVAL. 1944. Sawdust, seaweed and meadow hay as mulch for McIntosh apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44 : 49~52.
- (55) LEONARD, D. A. 1943. Influence of sod and other factors upon the distribution of small tung root in Ruston-sandy loam. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 42 : 11~16.
- (56) LYON, T. L., A. J. HEINICKE and B. D. WILSON. 1923. The relation of soil moisture and nitrates to the effects of sod on apple trees. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 63.
- (57) LYON, T. L. and H. O. BUCKMAN. 1952. The nature and properties of soils. Macmillan Company.
- (58) LYON, T. L., T. A. BIZZELL, B. D. WILSON and E. W. LELAND. 1930. Lysimeter experiments III. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir 134.
- (59) LYON, T. L. and J. A. BIZZELL. 1936. Lysimeter experiments IV. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir 194.
- (60) 満鉄調査局訳. 1943. 土壤侵蝕防止の研究. 博文館.
- (61) 松木五郎. 1950. 果樹園侵蝕の実態. 新園芸 2 (2) : 16~19.
- (62) 三原義秋・谷信雄. 1951. 降雨の土壤侵蝕力に関する研究(V). 農業気象 6 : 67~70.
- (63) 森 英男・定盛昌助. 1955. りんご草生栽培に関する研究 第1報. 樹体とクローバー草生の土壤養水分の競合. 東北農試研究報告第4号. 106~124.
- (64) 森田義彦. 1955. 果樹園土壤の研究(特に物理的組成及び土壤管理について) 前編. 農業技術研究所報告E(園芸). 第4号. 1~144.
- (65) 森田義彦. 1956. 果樹園土壤の研究(特に物理的組成及び土壤管理について) 後編. 農業技術研究所報告E(園芸). 第5号. 65~162.
- (66) 森田義彦・石原正義. 1948. 果樹の生育に及ぼす土壤の物理的組成の研究I. 果樹園土壤の諸調査(第1

- 報). 園芸学会雑誌17(1, 2) : 92~99.
- (67) 森田義彦. 1950. 果樹の生育に及ぼす土壤の物理的組成の研究Ⅰ. 果樹園土壤の諸調査(第3報). 園芸学会雑誌19(2) : 134~142.
- (68) 森田義彦. 1951. 果樹園土壤調査に用いて居る下層土採集管その他. 農及園26(3) : 376~378.
- (69) 森田義彦. 1951. 傾斜地果樹園の生産性. 農及園26(8) : 869~873.
- (70) MORITA, S. 1950. Studies on the soils of apple orchards in Japan. Jour. Hort. Assoc. Japan 19(2) : 150~152.
- (71) MORITA, S. 1952. Studies on the soils of apple orchards in Japan III. Jour. Hort. Assoc. Japan 21(2) : 146~148.
- (72) 西垣晋. 1952. pH, Eh の理論と測定法. 作物試験法講習会テキスト. 149~161.
- (73) 西鶴高一. 1952. 苹果に対する尿素の葉面散布に関する研究. 尿素葉面散布研究会第1回発表会要旨.
- (74) 西鶴高一・飯田次男・竹内豊. 1954. 土壤侵蝕防止の研究第一報. 作物の種類と土壤侵蝕防止効果についてその1. 昭和25年及び同26年成績. 北海道農試彙報66号.
- (75) 農林省農業改良局研究部. 1951. 土壤侵蝕に関する研究集録. 農業改良技術資料第15号(土壤肥料資料第2号).
- (76) 農林省農業改良局研究部. 1953. 土壤侵蝕に関する研究集録II. 農業改良技術資料第30号(土壤肥料資料15号).
- (77) 農林省農業改良局研究部. 1952. 昭和26年果樹試験研究年報.
- (78) 農林省農業改良局研究部. 1953. 昭和27年果樹試験研究年報.
- (79) 農林省農業改良局研究部. 1954. 昭和28年果樹試験研究年報.
- (80) 農林省農業改良局研究部. 1955. 昭和29年果樹試験研究年報.
- (81) 野呂葵己次郎. 1937. 緑肥の土壤水分並に地温に及ぼす影響. 農及園. 12(12) : 3044~3048.
- (82) 沼尾林一郎. 1950. 群馬県丸山地域の土壤侵蝕調査. 農及園25(11) : 1039~1040.
- (83) 小田桂三郎. 1951. 新しい根系調査法碑石法(Monolith method)の紹介. 農及園26(5) : 588~589.
- (84) 大畑徳輔. 1952. りんごに対する尿素の葉面散布試験. 尿素葉面散布研究会第1回発表会要旨.
- (85) 大畑徳輔・巣山太郎・井田馨・久保田貞三. 1954. りんごに対する尿素葉面散布の効果について. 文部省科学試験報告 No.16. 53~60.
- (86) 太田寛一・柏木大安. 1955. 土壌構造に関する研究(第3報). 日野土壤の土壤水について. 土肥誌26(8) : 291~294.
- (87) 太田寛一・柏木大安. 1955. 土壌構造に関する研究(第2報). 日野土壤の物理的性質について. 土肥誌26(7) : 255~258.
- (88) PROEBSTING, E.L. 1953. Certain factors affecting the concentration of N, P, K, Ca and Mg in pear leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61 : 27~30.
- (89) RICHARDS, M. C. 1951. Some notes on apple disease control in New Hampshire. Review of Applied Mycology 30(5) : 234. (Abstract of plant dis.reptr. 34(10) : 229. 1950.)
- (90) ROBERT, A. NORTON and F. NORMAN CHILDEERS. 1954. Experiments with urea sprays on the peach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63 : 23~31.
- (91) ROBERT, E. A., M. D. SOUTHWICK and D. H. PALMITER. 1948. A micro chemical examination of McIntosh apple leaves showing relationship of cell wall constituents to penetration of spray solution. Plant Physiolog. 23 : 557~559.
- (92) RODENT, D. R. 1952. The entrance of nitrogen compound through the epidermis of apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59 : 99~102.
- (93) 斎藤泰治・福島住雄・細貝節夫. 1951~1953. りんご幼木の生育に及ぼす各種土壤管理法の影響. 未発表.
- (94) SCOTT, H. J. 1921. J. Amer. Soc. Agron. 13 : 233~258.
- (95) SHAULIS, N. J. 1946. Tree and soil response to cultural treatments of peach orchards in South Central Pennsylvania. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 48 : 1~26.
- (96) SHAW, J. K. and L. SOUTHWICK. 1936. Heavy mulching in bearing apple orchards. Mass. Agr. Exp. Sta. Bull. 328.
- (97) SHAW, J. K. 1943. Hay mulches in apple orchard. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42 : 30~32.
- (98) 渋川潤一・成田浩・相馬盛雄・長井晃四郎・外川鉄男・泉谷文足・宇野登喜. 1954. りんごの葉分析に関する研究. 第1報りんご園の葉分析調査 その1. 青森県りんご試験場資料第4号.
- (99) 渋川潤一・成田浩・相馬盛雄・長井晃四郎・外川鉄男・泉谷文足・宇野登喜. 1955. りんごの葉分析に関する研究. 第1報りんご園の葉分析調査 その2. 青森県りんご試験場資料第5号.
- (100) 渋川潤一・相馬盛雄・泉谷文足・宇野登喜. 1955. りんごの葉分析に関する研究. 第2報りんごの養分欠乏症状 その1. 青森県りんご試験場資料第7号.
- (101) 渋川潤一. 1949. りんご園緑肥としての赤クローバーの栽培. りんご協会叢書.
- (102) 渋川潤一・福島住雄. 1952. りんごの草生栽培に関する研究(第1報). りんご樹陰下に於ける赤クローバー

- バーの生育について. 園芸学会雑誌20(3, 4): 175~180.
- (103) 渋川潤一. 1950. りんごの草生栽培. 青森県りんご協会叢書 第13号.
- (104) 渋川潤一・細貝節夫・相馬盛雄・江渡達男. 1953. りんごの草生栽培に関する研究第2報. 草生りんご園の諸調査. 園芸学会雑誌21(4): 225~233.
- (105) 渋川潤一. 1951. りんご園の有効化と草生栽培. 農及園26(9): 969~973.
- (106) 渋川潤一・相馬盛雄・泉谷文足・一木茂. 1956~1958. 砂耕法によるりんごの時期別肥料吸収量. 未発表.
- (107) 渋川伝次郎・渋川潤一. 1955. りんご栽培法. 朝倉書店.
- (108) 島善郎. 1921. 苹果園の肥育. 青森県農試特別報告第16号.
- (109) 島善郎. 1931. 実験りんごの研究. 養賢堂.
- (110) 島善郎. 1940. りんご栽培参考資料. 農及園15(11). 2249~2254.
- (111) 清水正治・岡田正行. 1950. 土壤侵蝕に関する研究第1報. 広島県に於ける雨蝕実態の一般的解析. 広島農試特別報告第3号.
- (112) STEPHENSON, R. E. and C. E. SCHUSTER. 1945. Effect of mulches on soil properties. Soil Sci. 59(3): 219~230.
- (113) STEWART, J. P. 1915. Experimental results in young orchards in Pennsylvania. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 11: 105~106.
- (114) 菅原友太. 1951. 肥料養分の葉面散布. 農及園26(9): 935~940.
- (115) 田川一郎. 1953. 流去水と土壤の透水性について. 農林省農業改良局編 土壤研究集録II. 48~52.
- (116) 千野知長・大野俊雄・杉村順司. 1953. 傾斜地果樹園の土壤管理に関する研究(第1報). 園芸学会雑誌21(4): 193~201.
- (117) 坪井一郎・宇野要次・倉田昌造. 1950. 土壤侵蝕について. 多摩丘陵東北部地区の圃場試験及び調査を中心として. 農及園25(1): 35~38.
- (118) 宇野要治. 1952. 長野県における傾斜畠地の実態 第1報. 土壤侵蝕概況調査. 長野県経済部.
- (119) 潮田常三. 1951. 桑に対する肥料の葉面散布. 東庄の肥料 5: 13~19.
- (120) WEINBERGER, J. H., E. PRINCE and L. HAVIS. 1949. Test on foliar fertilization of peach trees with urea. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53: 26~28.
- (121) WILLIAMS, W. R. 1951. 科学的な農業耕作. 農業科学研究所訳編.
- (122) WOLLNY, E. 1888. Untersuchungen über die Sickerwassermengen in verschiedenerraten. Forsch. a, d, Gebiete. Agri-Physik.
- (123) WOODBURY, C. G., H. A. NOYES and JOSEPH, OSKAMP. 1917. Soil management investigation in a young apple orchard. Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 205.
- (124) 山田岩男. 1946. 赤クローバーの栽培. 柏葉書院.
- (125) YODER, R. E. 1936. Direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion losses. J. Amer. Soc. Agron. 28: 337~351.

STUDIES ON THE SOD-MULCH SYSTEM AS A METHOD OF SOIL MANAGEMENT OF THE APPLE ORCHARD

JUNICHI SHIBUKAWA
(Aomori Apple Experiment Station)

SUMMARY

Introduction

Since 1948, the author has been carrying out studies at Aomori Apple Experiment Station on the sod-mulch system as a method of soil management for the apple orchard. On the basis of the results obtained by these experiments, a practical sod-mulch system has been established.

This system of soil management, nowadays, is gradually spreading all over the apple producing districts in Japan, showing remarkable effects on apple growing.

This report is a record of the experiments from 1948 to March 1959; the most important points of this report are summed up here.

Chapter 1. Problems considered in adopting sod culture in the apple orchard in Japan.

With the intention of finding out the points in question with respect to putting sod culture in the apple orchards in Japan, surveys were made in apple orchards in Aomori, which were grown in sod for the period of 1949-1951. Results obtained are summarized as follows.

1. Whether apple orchards were in sod or under tillage, the moisture content of the soil was not significantly different throughout the growing season, even if in the dry season, so long as the soil was in a good condition. In apple orchards located on eroded slopes or on dry land, sod culture depleted the soil moisture during the dry season, until the growth and yield came to decrease as compared with the ones under tillage.

2. The leaf color during early part of the growing season and the ammoniacal and nitrate nitrogen content of the soil under sod were less than in the orchards under tillage receiving the same amount of the fertilizer without reference to the soil condition.

The leaf nitrogen content under sod was lower than the one under tillage, whereas there were no significant differences in the phosphorus and potassium contents of the leaves regardless of the system of soil management. From these results, it has been ascertained that the principal nutrient competition between apple trees and cover crops was for nitrogen.

3. The growth of red clover in the sod apple orchards was very vigorous and produced above 14.5 tons of green matter per acre on the average of three years. The best growth of red clover was obtained in the second growing year. The growth, however, rapidly lost vigor after the third growth of the third growing year. Roots of the red clover have penetrated to the deep layer of the soil and were traced to a depth of 90cm.

4. During these surveys, it seemed that there was no outbreak of pests and diseases of the apples to be attributed in particular to sod culture.

From these surveys it became clear that apples could be grown in sod without failure so long as careful attention was paid to avoid competition for nitrogen between apple trees and cover crops in orchards, where the soil was in good condition, and for nitrogen and water, where the soil was in bad condition.

Chapter 2. The disadvantages of sod culture in apple orchards and their control.

In this chapter, the author described the results of experiments which were made to clarify adverse

influences of sod culture upon apples and to overcome those influences.

I. Effects of urea sprays on the control of nitrogen competition between the apple trees and the cover crops in apple orchards grown in sod.

1. Foliar absorption of urea sprayed to apple trees.

Field and pot experiments were practiced during 1951 to 1954 to learn whether urea could be absorbed through apple leaves by foliage fertilization. The principal results obtained are summarized as follows.

(1) Apple trees were able to absorb nitrogen through leaves from spray solution of urea. The concentration of 5 pounds of urea per 100 gallons of water resulted in no burning, while that of 10 pounds of urea per 100 gallons of water caused some marginal burning of leaves.

(2) With the apple trees which were deficient in nitrogen, the absorption of urea began eight hours after application of foliar sprays.

(3) Urea sprays increased the leaf color, leaf nitrogen contents, terminal and trunk growth and development of roots, but did not show significant effects on color and size of the fruit.

(4) Urea sprays reinvigorated an extremely weakened young Jonathan apple tree, which had not formed flower buds for years, and consequently about 28 per cent of the treated terminal buds formed blossoms. On the other hand, flower buds of a plot receiving no foliage spray of urea were only 2.9 per cent of the terminal buds.

(5) Urea mixed with lime sulphur and bordeaux mixture from the end of July to mid-August was absorbed through leaves at the same rate as urea alone and did not cause any burning of leaves, which might be attributed to the mixing of urea with other spray materials.

2. Tests on the practical results of foliage sprays of urea upon apple trees.

An experiment was made to find the proper times of urea sprays and the influences to the apple tree during 1952 to 1954. The results obtained are summarized as follows.

(1) Four foliage sprays of urea at pre-bloom, petal fall, 10 days after petal fall and 25 days after petal fall mixed with fungicides and insecticides caused higher nitrogen effects on the leaf color, leaf nitrogen contents and fruit size than the soil application of the same amount of nitrogen. Moreover, the effects of fungicides and insecticides were not decreased by mixing with urea.

(2) Urea mixed with spray materials caused no burning of leaves at a concentration of 2.5 pounds of urea per 100 gallons of water.

(3) In vigorous apple trees which had been fertilized sufficiently by the end of June, fruit color was scarcely influenced by urea sprays during the period from June to September.

(4) It may be concluded from the results above noted that foliar fertilization of urea should be practiced commonly at pre-bloom, petal fall, 10 days after petal fall and 25 days after petal and that the last urea spray should be made by the end of June at the latest.

3. Effects of foliage sprays of urea on the control of nitrogen competition between the apple trees and the cover crops.

Experiments were carried out during 1952 to 1954. The results obtained are summarized as follows.

(1) The content of leaf nitrogen of apple trees grown in sod for 3 to 4 years was lower than that of apple trees under tillage receiving the same amount of nitrogen fertilizer, but that content was increased as much as that of trees under tillage by three foliage sprays (pre-bloom, petal fall and 10 days after petal fall) at a concentration of 5 pounds of urea per 100 gallons of water.

(2) The tree vigor of the extremely weakened sod apple trees, which had not been restored by the soil application of fertilizer, was restored entirely by four or five foliage sprays of urea each year for three years.

II. Effects of strip sod-mulch culture on the control of the nitrogen competition between apple trees and cover crops under sod.

The experiment was conducted for the years 1954-1955. The cover crops were seeded on half the acreage of an apple orchard, that is, strips of sod 3 feet wide alternated with strips of grass mulch 3 feet wide. The grass was often cut and was mulched on the stripe of grass mulch. Results obtained are summarized as follows.

1. Soil nitrate contents under strips of sod was lower than the ones under tillage, but nitrate contents under strips of grass mulch was almost the same or higher than the ones under tillage and made up the depletion of the soil nitrate under strips of sod.

2. Consequently, tree vigor and the nitrogen content of leaves under strip sod-mulch were not below corresponding values under tillage.

III. Effect of the mowing of the cover crop on the control of the soil moisture competition between the apple tree and the cover crop under sod.

1. In 1952, measurements of the amounts of water loss by evaporation and transpiration were made in a green house in the Aomori Apple Experiment Station with apple trees and red clover planted in pots and with soil filled in pots and mulched with mowed red clover, straw, and rice hull. In addition to the measurements, an investigation was made to examine the influence of mowing the transpiring red clover plants upon maintenance of soil moisture.

2. Water loss by transpiration from the leaf surface of apple trees increased in proportion to the increase and development of leaves and roots and to the rise of the air temperature.

3. With the red clover, transpiration became severe as the number of leaves increased and the air temperature rose, but water loss was exceedingly decreased by mowing the transpiring red clover plants.

4. The mulching by rice hull, mowed red clover plants, and straw was effective to control water loss by evaporation from the soil surface.

5. In apple orchards, mowing of the red clover plants reduced water loss by transpiration and resulted in higher moisture content of the soil.

Conclusion of Chapter 2.

Disadvantages attributable to sod can be controlled by the following practices.

1. The nitrogen competition between apple trees and cover crops under sod can be controlled by foliage sprays of urea and by the adoption of the strip sod-mulch system.

2. One of the best assurances to prevent soil moisture competition between apple trees and cover crops under sod can be obtained from mowing the cover crops frequently and mulching the cut material beneath the trees or where cover crops are not growing.

Chapter 3. Advantages of the apple sod culture

In this chapter, advantages of sod culture in Japan are described.

I Effects of sod culture on the control of soil erosion

1. Erosion surveys in sloping apple orchards.

Erosion surveys of apple orchards were made during 1950 to 1952 on Kashiwagi Hill and Nagasaka Hill, Kuroishi City, Aomori Prefecture.

On these hills lie parts of the sloping apple orchards in Kuroishi City : the first planting with apple trees was within the period 1909 to 1913, when land clearing was made. From the geological point of view, the soils of these hills are volcanic detritus; from the soil type they are classified into two kinds—ando soils and brown podosolic soils.

Kashiwagi Hill had 170 acres of land, about 125 acres of which are occupied by apple orchards; about 80 per cent of the slope, 100 to 200 meters in length, is at an angle of 8 to 25 degrees. Nagasaka Hill, having 219 acres of land and a slope of 500 meters at the longest, is planted with apple trees covering 188 acres and about 89 per cent of the slope is inclined at 8 to 25 degrees. The status of the eroded condition will be seen from the table shown below.

(1) About 32 per cent of the total area exclusive of farm roads of Kashiwagi Hill has been subjected to moderately severe sheet erosion and 38.4 per cent, to severe sheet erosion. The approximate acreage and percentage of each erosion condition in the apple orchards are given in the following table.

Summary of erosion conditions in apple orchards of Kashiwagi Hill

Erosion Conditions	Acres	Per cent
Total area of apple orchards exclusive of farm roads	124.4	100.0
Area with no erosion	2.3	1.8
Total area affected by sheet erosion	122.1	98.2
Slight sheet erosion	11.7	9.4
Moderate or moderately severe sheet erosion	43.2	34.8
Severe sheet erosion	55.9	44.9
Very severe sheet erosion	4.5	3.7
Accumulation of run-off soils	6.8	5.4

(2) On Nagasaka Hill, severe sheet erosion has occurred over about 80 per cent of the total area exclusive of farm roads. This includes especially severely eroded area of over 13 per cent. The status of the eroded condition in the apple orchards will be seen from the table shown below.

Summary of erosion conditions in apple orchards of Nagasaka Hill

Erosion Conditions	Acres	Per cent
Total area of apple orchards exclusive of farm roads	188.6	100.0
Area with no erosion	0.0	0.0
Total area affected by sheet erosion	188.6	100.0
Slight sheet erosion	11.4	6.1
Moderate or moderately severe sheet erosion	40.0	21.2
Severe sheet erosion	111.9	59.3
Very severe sheet erosion	25.3	13.4

(3) Soil erosion decreased the contents of the humus, nitrogen, exchangeable calcium, non-capillary porosity and aggregation coefficient of the sloping apple orchard soils, consequently the productivity of apple orchards was reduced remarkably.

2. Effects of sod culture on the control of soil erosion in the apple orchard.

In order to discover the effect of the sod system on the conservation of soil and water in the apple orchard, soil and water losses caused by rainfall and melting snow were measured during the period April 1951 to March 1959.

Two special plots under the conditions of field and of apple orchard were prepared on sloping land.

To simulate field conditions three plots, 7.2 feet wide and 30 feet long were selected on a slope at an angle of 16 degrees. As for the condition of apple orchards, three plots 18 feet wide and 33 feet long were chosen in places each to include a fifty-year-old Ralls apple tree, which had been grown on a slope descending at 14 degrees. The side and upper ends of the three plots in both experiments were enclosed by wood borders extending into the soil to a depth of 25cm. At the lower end of each plot a concrete tank to catch the entire runoff was built. Three different soil managements, clean, sod and strip sod-mulch, were investigated with regard to their effectiveness in controlling the loss of water and soil from the field and the apple orchard. The cover crop under the field condition was red clover and that under the apple orchard condition was orchard grass. Results obtained are given in the following tables.

(1) Average annual losses of rainfall and snowfall as runoff from the two sets of plots (Kilolitres per acre, annually)

Treatment		Equipment	
		Field condition	Apple orchard condition
Clean	Loss of rainfall as runoff	296	208
	Loss of snowfall as runoff	586	246
	Total losses	882	454
Sod	Loss of rainfall as runoff	44	25
	Loss of snowfall as runoff	432	195
	Total losses	476	220
Strip sod-mulch	Loss of rainfall as runoff	60	19
	Loss of snowfall as runoff	642	213
	Total losses	702	232

(2) Average annual losses of soil in the two sets of plots caused by rain and snow (Kilograms per acre, in air dry matter, annually)

Treatment		Equipment	
		Field condition	Apple orchard condition
Clean	Loss of soil caused by rain	9,964	2,791
	Loss of soil caused by snow	254	93
	Total losses	10,218	2,884
Sod	Loss of soil caused by rain	0	10
	Loss of soil caused by snow	0	0
	Total losses	0	10
Strip sod-mulch	Loss of soil caused by rain	0	11
	Loss of soil caused by snow	0	0
	Total losses	0	11

(3) Average annual losses of nutrients from the apple experimental plots caused by erosion (grams per acre, annually)

Treatment		Nutrients				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Humus
Clean	Losses of nutrients caused by rain	11,165	4,425	7,913	43,822	50,752
	Losses of nutrients caused by snow	444	124	572	2,946	3,185
	Total losses	11,609	4,549	8,485	46,768	53,937

Sod	Losses of nutrients caused by rain	215	16	935	431	121
	Losses of nutrients caused by snow	141	0	292	1,233	0
	Total losses	356	16	1,227	1,664	121
Strip sod-mulch	Losses of nutrients caused by rain	165	19	1,036	305	142
	Losses of nutrients caused by snow	150	0	314	1,333	0
	Total losses	315	19	1,350	1,638	142

II Effects of sod culture on the soil structure of the apple orchard.

To clarify the effects of sod culture on the soil structure of the apple orchard, aggregate analysis was made by YODER method; in addition, the root system of the cover crops that played an important role on the soil aggregation of the apple orchard was investigated during the years 1954 to 1956. Results obtained are summarized as follows.

(1) The soil under sod showed a greater amount of aggregates, especially over 2.5 millimeters in diameter as compared with those found in soil under tillage. An increase of soil aggregates was strikingly evident after 3 years of practice of sod culture.

(2) The hard pan, where the penetration of apple roots had been arrested, was destroyed by the root systems of the cover crops which were traced up to depths of 90cm. below the surface soil after 18 months from seeding. As the result, the soil under sod began to have an increased content of organic matter.

III Effects of sod culture on the alleviation of percolation and leaching losses in the apple orchard.

Four tank type lysimeters with an area of 36 square feet and depth of 6 feet, were built in Aomori Apple Experiment station in 1949. They were filled with ando soil that was taken from a field in Aomori Apple Experiment Station. Since 1951 that equipment has been used to clarify the effects of sod culture on the alleviation of percolation and leaching losses in the apple orchard. Two treatments, sod and tillage, were employed. Young apple trees were planted in each lysimeter tank and orchard grass was seeded in the sod tanks. About 188 grams of nitrogen, potassium, lime and about 94 grams of phosphorus fertilizer element per tree were applied to each tank annually. Results obtained during April 1954 to March 1959 are summarized as follows.

(1) Average annual losses of the rainfall and the snowfall per acre by percolation were 1,748 kilolitres under sod and 2,226 kilolitres under tillage.

(2) About 40 per cent of the rainfall in the tank-area under tillage was lost by percolation. On the other hand, rainfall losses by percolation through the sod soil was 32 per cent. The rainfall losses by percolation through the soil of both treatments was much higher by degrees during late fall to winter; the losses during November to March reached about 50 to 85 per cent of the annual percolation; the largest percolation loss was measured in March.

(3) An extremely high loss of lime, and of nitrogen and low loss of potassium occurred from leaching while no loss of phosphorus by leaching was measured. Annual losses of nutrients by drainage through soil under the two different treatments are given in the following table.

Average annual losses of nutrients by drainage from sod and tillage plot (kilograms per acre, annually)

Treatment	Nutrients			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Tillage	93	0	22	424
Sod	31	0	16	270

Nutrient losses by drainage from the sod soil were much lower than the ones from the tillage soil, especially as to loss of nitrogen.

Conclusion of Chapter 3

Three advantages of the apple sod culture were recognized from these trials.

1. The soil erosion of the apple orchard is prevented completely by sod culture.
2. Soil aggregation of the apple orchard is promoted by sod culture.
3. The sod system reduce percolation and leaching in apple orchards to a minimum.

Chapter 4. Tests on the cover crops of the sod apple orchard.

Observations were made for the 1952-1954 period with the intention of finding out cover crops adaptable for the apple orchard. Of the cover crops compared, orchard grass amongst the grasses and ladino clover amongst the legumes were best, followed by timothy, brome grass, tall oat grass, perennial rye grass, and reed canary grass.

Chater 5. Practical method of apple sod-mulch culture.

1. Sod-mulch in the young apple orchard

While the apple orchard is young, an area of 3 to 6 feet around each of the trees must be heavily mulched with straw or hay brought in from outside of the orchards and cover crops need to be cut frequently and piled on the straw or hay mulch.

2. Sod-mulch in the mature apple orchard.

The cover crops may be sown in about half the area of an apple orchard, that is, the orchard had sod and grass mulch in alternating strips two to twelve feet wide. Grass is to be cut frequently and should be mulched beneath the trees or on the strips of grass mulch. In dry land and non-fertile land, mulch materials such as straw or hay, which might be produced elsewhere, must be hauled into the orchard from outside in order to secure sufficient litter. Further supply will be possible from the mowed grasses within the orchard. On sloping land, alternate strips of grass and mulch running along the contour of the apple orchard should be prepared.

(1) Seeding of the cover crops.

A good orchard sod can be secured successfully from red clover, white clover, ladino clover, orchard grass, perennial rye grass, reed canary grass, timothy, and brome grass. The period from Apple to mid-September is best for seeding. Seed must be sown on a carefully prepared seed bed and should be rolled slightly after seeding.

(2) Fertilization of the sod apple orchard.

Nitrogen competition between apple trees and cover crops occurs during 3 to 4 years after the adoption and development of sod coverage. This competition is to be controlled by dressing about 50 per cent or more nitrogen fertilizer compared with clean tillage and foliage application of urea to the apple trees. It is recommended, therefore, that foliage spray of urea mixed with fungicides and insecticides be applied at pre-bloom, petal fall, 10 days after petal fall and 25 days after petal fall in a concentration of 2.5 pounds of urea per 100 gallons of water.

(3) Mowing and mulching.

The cover crops must be cut and mulched to prevent competition for soil moisture between apple trees and cover crops according to the needs of the climate, soil condition and growth of grass during April to August.

(4) The program for pest control in the apple orchard under the sod system.

1. The most impotent things in combating monillia diseases are (1) destroying apothecia by clearing

orchards and liming in the early spring, (2) protecting leaves from the leaf blight by lime-sulphur sprays, (3) picking and destroying of the injured leaves, (4) preserving the ovule from penetration of macroconidia by practising hand pollination, and (5) thinning of injured fruits before the rotting develops up to the cluster basis.

2. The cover crops must be sprayed in August with $\frac{1}{2}$ gallon of lime-sulphur to 100 gallons of water to destroy the two spotted spider mite (*Tetranychus telarius Linnaeus*).

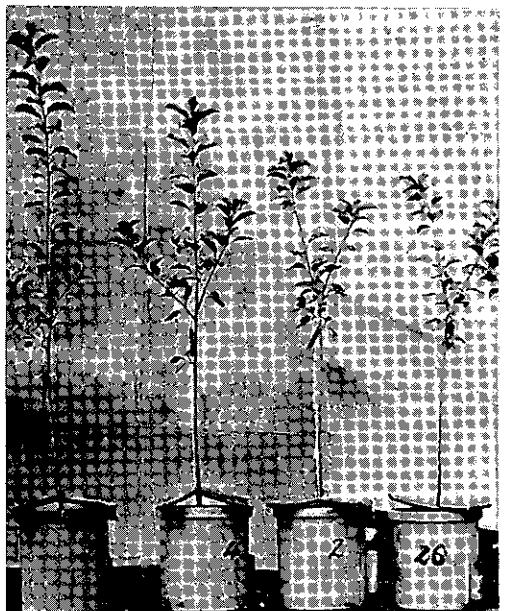
3. If cut worms (*Sidemias devastator Brace*) and cucumber beetles (*Luperodes menetriesi Faldeman*) are feeding on the cover crops, the same sprays as for the apple trees are effective against them, but better control will result from BHC dusting.

4. In order to protect apple trees from injury by mice, an area of about 6 feet around each of the trees should be tilled and monofluoro acetic acid must be used in the orchards in the late fall.

(5) Renewal of the sod.

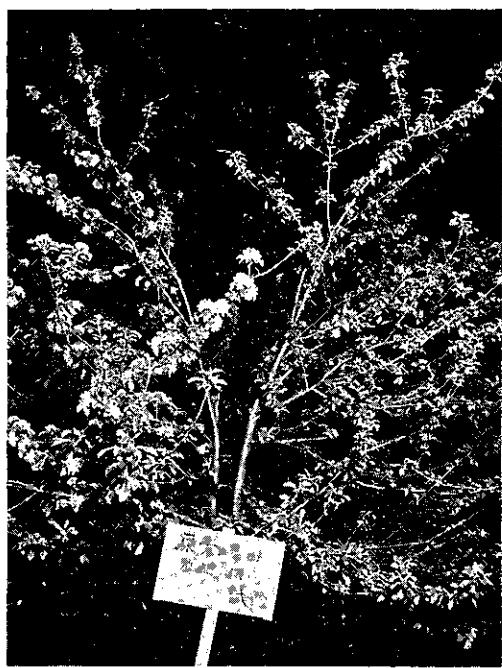
Red clover sod must be turned under every three years, and the others, every five or ten years.

りんご園土壤管理法としての草生敷草法に関する研究



第4図 10,4尿素散布区 2,26無処理区

1951年8月30日



第5図 向って左半分尿素散布区、右半分無散

布区 尿素散布区の開花状況に注意

1952年



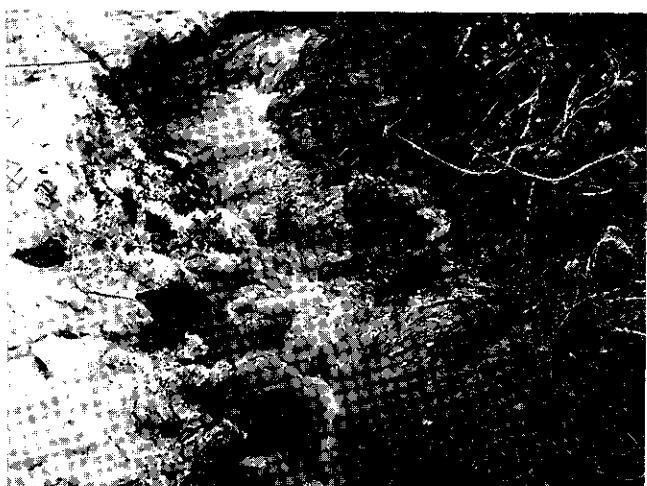
第14図 樹根の露出 指先は接目



第16図 表面侵蝕による樹根の露出



第17図 集積土壌によるりんご樹幹の埋没(60cm以上埋没している)



第18図 道路上を急奔する融雪水 1951年3月15日



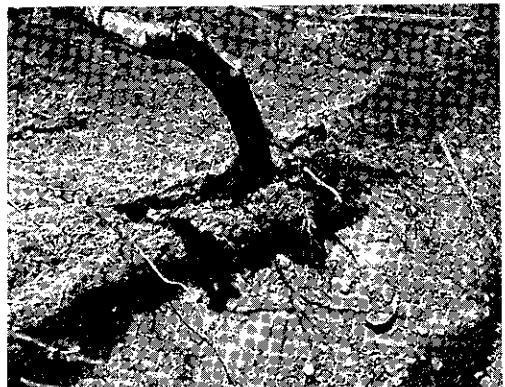
第19図 融雪水による道路の侵蝕 1951年3月30日



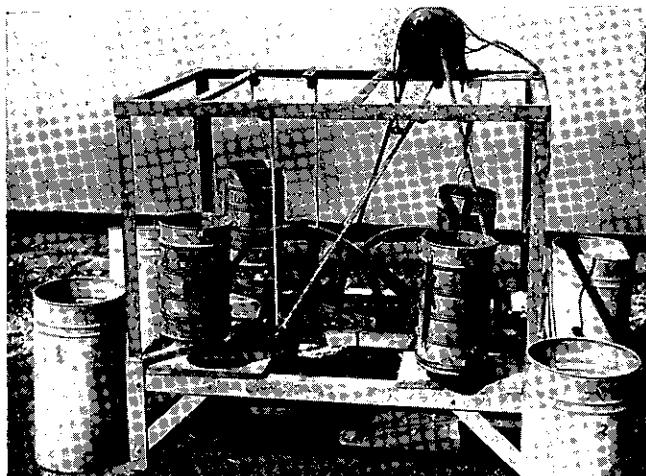
第21図 心土の25~75%流亡のりんご園



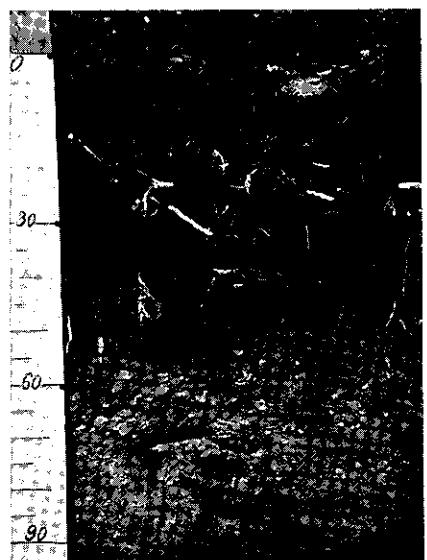
第22図 表面侵蝕によるりんご樹の倒伏、樹根の露出状況



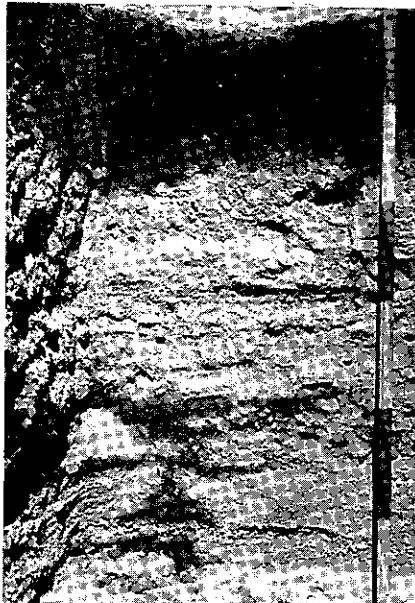
第23図 傾斜下部のガリ侵蝕



第28図 団粒分析機



第38図 調査地の土壤断面（スケールの単位はcm）



第41図 土壌断面(スケールの単位は
30.3cm)



第43図 野鼠防止のため根際をあけて敷草、敷藁した状況



第44図 夏季の鼠害防止のため根際の敷草、敷藁を取り除いた状況