

ホタテガイ生育環境調査

—SS, POC, クロロフィル a, 珪藻細胞数の分布について—

天野 勝三・永峰 文洋

ここ数年来陸奥湾におけるホタテガイ増養殖については、その技術や数量並びに漁場保全等の側面からさまざまな問題が提起されている。ここではそれらの問題を考えるうえで基本となる、海中に存在する餌に焦点を絞り、その基礎的知見を得ることを目的に調査を実施した。

言うまでもなくホタテガイは濾過捕食者であり、生物、無生物を問わずある一定の大きさの範囲にあるさまざまな粒子を取り込み、消化排泄している。これらの粒子の量はこれまで浮遊懸濁物 (SS) として議論されてきたが、これは無機物と有機物の両方を含んでいる難点がある。今回は、有機物量を知る目安として粒状有機炭素 (POC)、クロロフィル a、珪藻細胞数を SS とともに測定し、これらの湾口から湾奥域に至る分布と垂直分布状況を調査したので、その結果を報告する。

調査年月日 ; 昭和55年 5月20日、同年 7月10日、同年 9月 8日

調査地点 ; 陸奥湾湾口域から青森市久栗坂沖にかけての第 1 図に示す 5 地点

調査船 ; 白鳥丸

使用採水器 ; ニスキ型採水器 (容量 10ℓ)

採水層 ; 第 1 表に示す各水深 (測深儀のワイヤー長による) より採水

第 1 表 各地点における採水層

S t .	水深 (m)	採 水 層 (m)
1	100	1・15・30・45・60・75・90・100
2	59	1・15・30・45・58
3	61	1・15・30・45・60
4	54	1・10・20・30・40・50・53
5	44	1・10・20・30・40・43

調査項目および方法 ;

- ① 水 温 : 棒状温度計使用
- ② 塩 分 : TS-E 2 型サリノメーター使用
- ③ 透明度 : 直径 30cm セッキ板使用
- ④ SS : 試水 6~8 ℓ を Whatman GF/C 濾紙で濾過、電気乾燥器 (105℃) で乾燥後秤量。
- ⑤ POC : SS 秤量後、同試料を *Strickland and Parsons* の湿式酸化法により測定。
- ⑥ クロロフィル a :

試水約 1 ℓ を Whatman GF/C により濾過、残渣を日立 139 型分光光度計（蛍光付属装置および蛍光全量測定補助装置併用）による蛍光法で測定（*Standard Methods* 14th ed.）。

⑦ 珪藻細胞数：

試水 500 ml を 10 ml に濃縮後、2.5 ml を分割その内 0.087 ml を検鏡後 cells / ℓ に換算。

調査結果

各項目の調査結果を付表-1、2、3 に示した。各調査項目別の結果は次のとおりである。

（水温・塩分）

水温・塩分の分布状況を断面図として第 2 図、第 3 図に示した。

○ 5 月

水温は 11～8℃ 台であり、全測点間の差は 3.4℃ であった。相対的にみて暖かい水（10℃ 以上）は St. 1 から St. 2 にかけて多く分布していた。また、塩分については 33.6% 以上の水は St. 1 の 30m から St. 2 の底層を結ぶ線にとどまっていた。水温・塩分ともにゆるやかな成層状態であり、湾内の水温・塩分環境は比較的一様であった。

○ 7 月

水温は 18～11℃ 台にあり、全測点間の差は 6.9℃ であった。5 月よりも成層状態がすすみ、等温線は深度に沿ってほぼ平行であった。33.6% 以上の水は St. 4 の 20m と St. 5 の 40m を結ぶ線まで張り出しており、湾内において津軽暖流水の影響が強くなっていることを示唆していた。

○ 9 月

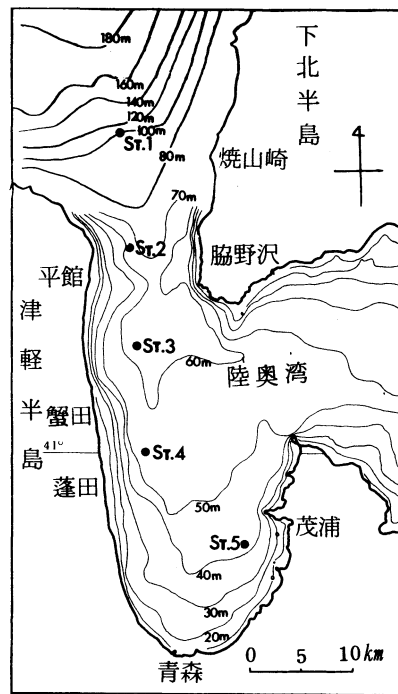
水温は 21～13℃ 台にあり、全測点間の差は 8.1℃ であった。7 月よりもさらに成層状態がすすんでいるが、20～21℃ 台の水が湾内の上層部（30m 以浅）を広くおおっていた。33.6% 以上の水は湾内において優勢であるが、7 月よりも若干後退していた。

（透明度）

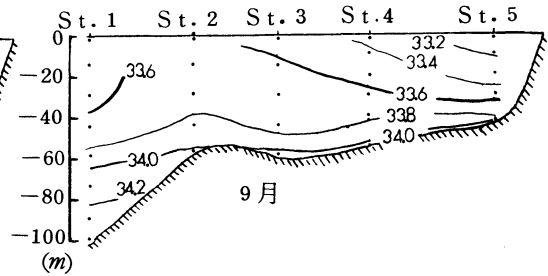
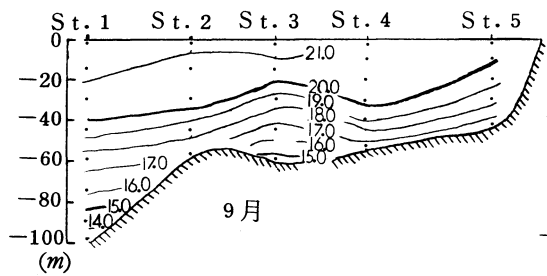
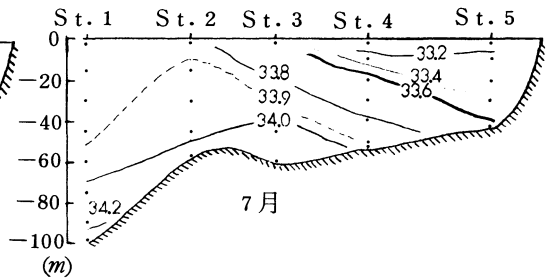
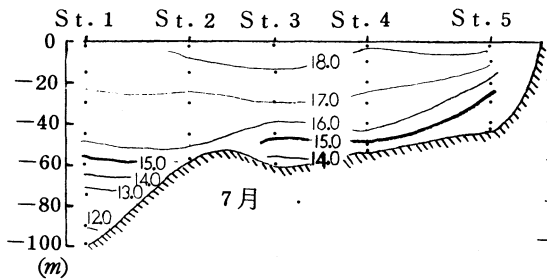
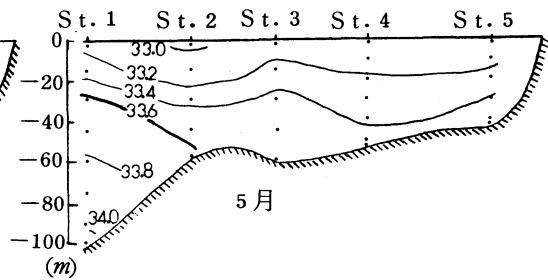
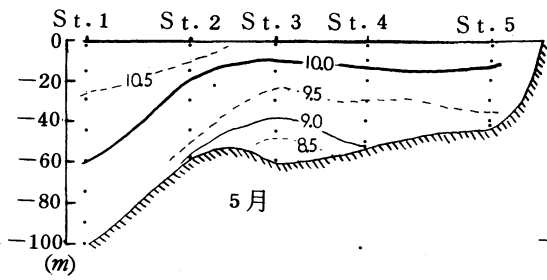
5 月は 12.0～15.0 m、7 月は 14.0～18.0 m、9 月は 11.5～15.5 m の範囲にあり、7 月で高目の傾向があった。

（SS）

各月別に横軸に水深を、縦軸に SS 量を取り、全測点についてプロットした散布図を第 4 図に示した。5 月の平均 0.5 mg / ℓ、7 月の平均 0.5 mg / ℓ、および 9 月の平均 0.5 mg / ℓ であり、各月によって差はなかった。また、各月ともに表面から深層まで分布が一様であるとみなしうるが、7 月では 40m 以深で若干分布量が多くなる傾向がみられた。また、ホタテガイの垂下層である 30m 以浅の結果について各月ごとの平均を地点別に示したのが第 5 図である。これによると、ある特定の地点に常に



第 1 図 調査地点



第2図 水温(°C)の断面図

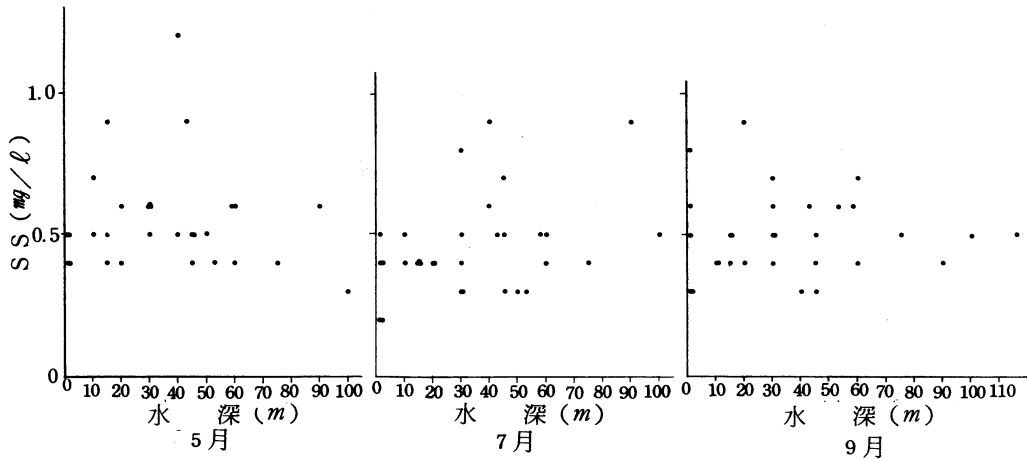
第3図 塩分量(%S)の断面図

分布量が多い、少ないという傾向は見られなかった。

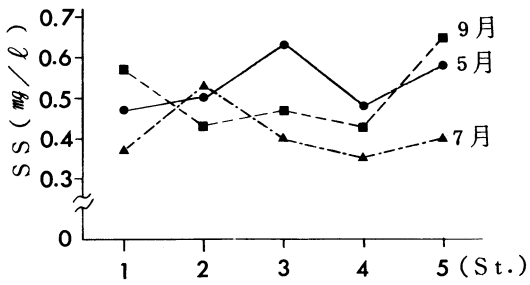
(POC)

SSと同様に、水深-POC量を全測点についてプロットした散布図を第6図に、また30m以浅の月別平均値を第7図に示した。

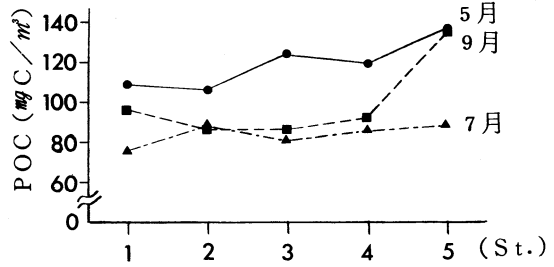
5月の平均が 110 mg C/m^2 、7月の平均が 76 mg C/m^2 、および9月の平均が 92 mg C/m^2 であり、7月で少なかった。またSSと異なり各月ともに浅くなるほど分布量が多くなる傾向にあったが、5月では特に水深10~15m層付近に極大があるようであった。また30m以浅の平均値をみると9月のSt. 5が同月の地点と較べて高い値であることを除けば、7月、9月は同程度のPOC量であること、5月は、7月、9月に較べて全般的に高い値をとって、湾口から湾奥部にむかうにつれて高くなる傾向があった。



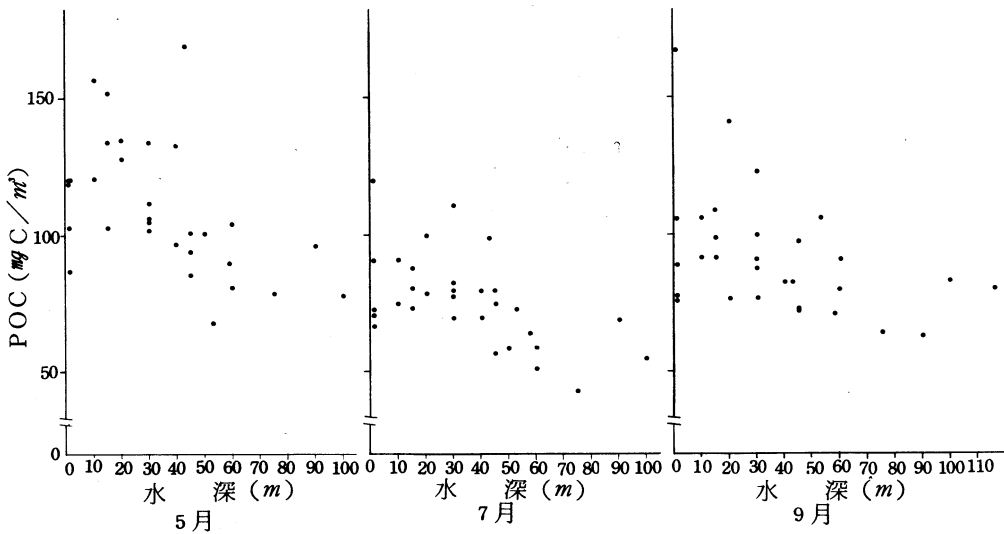
第4図 水深別にみたSSの散布図



第5図 SS (30m以浅)の月別平均値



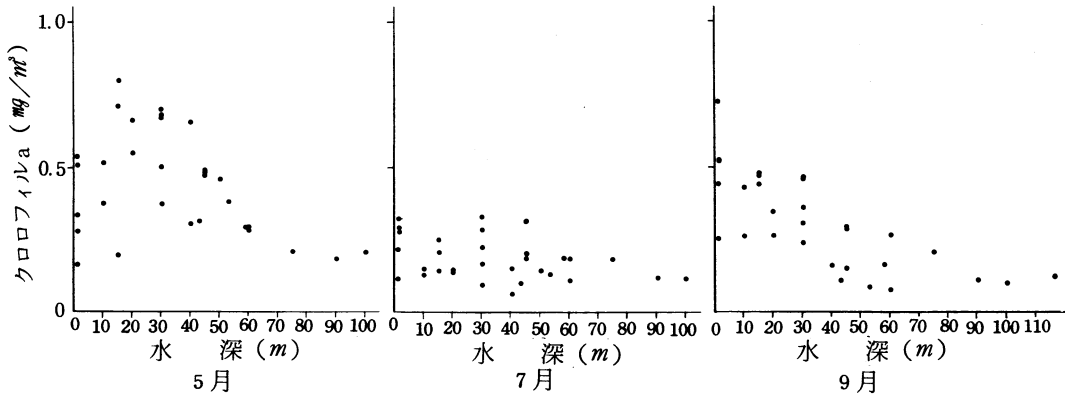
第7図 POC (30m以浅)の月別平均値



第6図 水深別にみたPOCの散布図

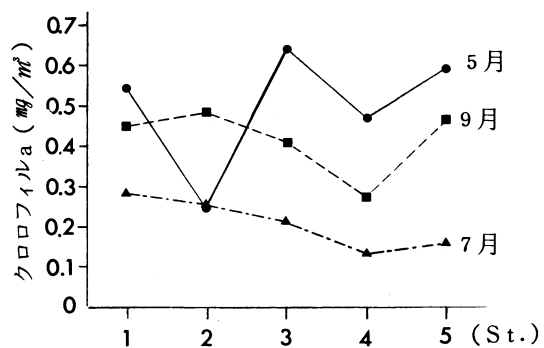
(クロロフィル a)

水深-クロロフィル a 量を全測点についてプロットした散布図を第 8 図に、また、30m 以浅の月別平均値を第 9 図に示した。



第 8 図 水深別にみたクロロフィル a の散布図

5月の平均が 0.437 mg/m^3 、7月の平均が 0.185 mg/m^3 、および9月の平均が 0.303 mg/m^3 であり、7月に少なかった。また、POCと同様、各月とも浅くなるほど分布量が多くなる傾向があったが、5月、9月で特に顕著であった。また、5月では極大量が水深15m付近にあるようであり、POCの分布状況とはほぼ一致した。30m 以浅の結果をみると、5月の St. 2 で特に低い値であるほかは、各地点とも5月で一番高く、次いで9月、7月の順であった。また、7月、9月では St. 1 から St. 4 にかけて分布量が少なくなる傾向があった。

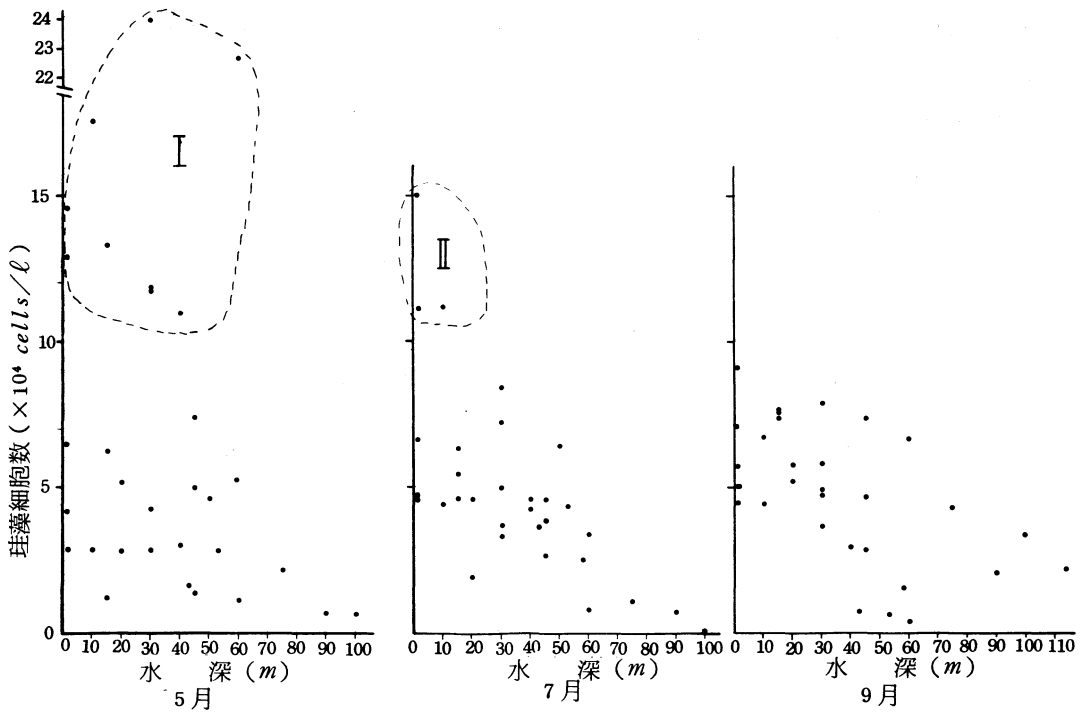


第 9 図 クロロフィル a (30m 以浅) の月別平均値

(珪藻細胞数)

水深-珪藻細胞数を全測点についてプロットした散布図を第10図に示した。また、30m 以浅の月別平均を第11図に示した。

5月の平均値が約 $69,000 \text{ cells/l}$ 、7月の平均が約 $49,000 \text{ cells/l}$ 、および9月の平均が約 $48,000 \text{ cells/l}$ であり、5月に多く、7月、9月はほぼ同じレベルにあった。また、各月とも浅くなるほど分布量が多くなる傾向にあったが、他の調査項目と較べて特徴的なことは、特異的に高い値をとる一群が存在することで、第10図に破線で囲った I、II 群がそれに相当する。5月の I 群に含まれる測点は St. 1 の 15m、60m、St. 2 の 30m、St. 3 の 1m、30m、St. 4 の 40m、St. 5 の 1m、10m、30m の 9 測点で、St. 4 を除く各地点の 30m 以浅に高密度な珪藻が分布する所があった。この



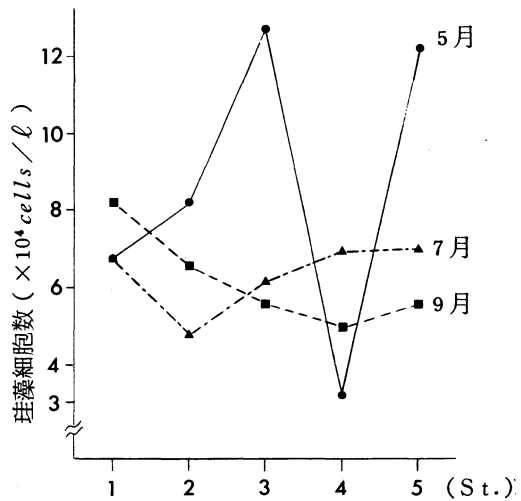
第10図 水深別にみた珪藻細胞数の散布図
破線内の値は10万個/ℓ以上の測点

結果、第11図において5月のSt. 4の値がSt. 3、St. 5に較べて極めて低い値となって表われている。同様にII群はSt. 4の1m、St. 5の1m、10mの3測点で7月にはSt. 4、St. 5、すなわち、湾奥部の表層付近に高密度な珪藻が分布していた。また、9月ではクロロフィルa量と同じようにSt. 1からSt. 4にむかうにつれて細胞数が減少する傾向があった(第11図)。

考 察

1. SS、POC、クロロフィルa、珪藻細胞数の分布傾向、特徴について

これまでの結果より、各項目の垂直分布状況についての特徴をみると、SSは各月とも表層から底層までほぼ一様な分布をするのに対して、POC、クロロフィルa、珪藻は各月とも浅い所に多く分布する傾向が示された。



第11図 珪藻細胞数(30m以浅)の月別平均値

一方、湾口から湾奥部にかけての水平分布状況（30m以浅の平均）についての特徴をみると、SSは各月とも地点間による傾向はみられなかった。POCは5月では湾口から湾奥部にむかうにつれて分布量が若干増す傾向にあった。また、クロロフィルaは7月と9月では湾口から湾奥部にむかうにつれて分布量が減る傾向にあった。珪藻は7月では湾奥部で多く、9月では逆に湾奥部にむかうにつれて減る傾向にあり、また、5月では10万 cells / ℓ以上の所が全地点にわたって散見され、7月では湾奥部の表層付近でのみ10万 cells / ℓ以上の所があった。そして、POC、クロロフィルaの全測点間の平均値は5月、9月、7月の順に小さく、珪藻は5月に大きく、7月、9月はほぼ同じであったことは結果で述べたとおりである。

2. 各調査月の状況

各項目の垂直分布において、POC、クロロフィルa、珪藻が同じような分布を示すことは、POC、クロロフィルaの大部分が珪藻に由来していることを意味するであろう。そして、本年の珪藻細胞数は6月～8月に極小期があったこと¹⁾、湾内に流入する津軽暖流の勢力および先に述べた各項目の水平分布状況等を考え合わせれば、各月の状況はおよそ次のようにまとめられる。

- 5月 それ以前に始まった珪藻の春季大増殖が急速に終わりつつある時期にあり、湾外水の流入はほとんどなく、湾内においてそれ以前の状況が比較的良好に保たれている。
- 7月 5月に較べて湾外水の流入が著しいが、それに含まれる珪藻はあまり多くない。そして、湾奥部では以前の状態がまだ保たれている。
- 9月 7月同様に湾外水の流入が著しく湾奥部までその影響が及んでいる。しかし、それに含まれる珪藻は秋季大増殖の初期に当るものである。

3. 餌としてのSS、POC、クロロフィルa、珪藻細胞数の評価

陸奥湾における濾過捕食者の餌という観点からSS、POC、クロロフィルa、珪藻細胞数を測定したが、SSは他の3項目とは異なる分布を示した。今回の結果ではSS量の約1/5がPOC量であり、SSの相当な部分が無機物で占められていたことがわかる。したがって、SSの分布は無機物の挙動に強く左右されるのであろう。一方、有機物の指標となるPOC、クロロフィルa、珪藻細胞数はいずれも同じような垂直分布を示したが、これら3者間にも分布傾向に若干の違いがみられる。これはそれぞれが対象とする面に違いがあることによるものであろう。すなわち、珪藻細胞数においては細胞の大きさは考慮に入れていないし、また、珪藻が大部分を占めるだろうが他の植物プランクトン、例えば渦鞭毛藻等の影響も無視できないだろう。その点クロロフィルaは植物プランクトン全体の量を押えるにはよりよい指標と思われるし、かつほとんどが生体中に含まれているので新鮮な餌を反映しているという利点もある。一方、POCにはクロロフィルaを含む植物プランクトンと生物起源のデトリタスを含むという違いがある。（今回の結果ではPOC量の約1/300がクロロフィルa量であり、あまり栄養価はよくないかもしれないが量的にはクロロフィルa量より多い）

いずれにせよ、湾内における餌の量を評価するにはPOC、クロロフィルa、珪藻細胞数のいずれかをを用いる方がよりよいであろうが、どれを用いればよいかは分析技術上の問題等があり、今後の検討課題であろう。

参 考 文 献

- 1) 永峰・他(1981) 昭和55年度 浅海定線調査結果報告書(陸奥湾) 青森県水産増殖センター

付表-1 昭和55年5月20日の調査結果

調査点	水深 (m)	観測 時間 (時・分)	透明度 (m)	調査 水深 (m)	水温 (℃)	塩分 (‰)	クロロ フィルa (mg/m ²)	SS (mg/l)	POC (mgC/m ²)	珪藻 細胞数 (cells/l)
1	100	13:35	13.0	1	10.3	33.150	0.335	0.4	87	41,900
				15	10.8	33.371	0.797	0.5	134	132,700
				30	10.4	33.633	0.505	0.5	105	28,800
				45	10.2	33.669	0.482	0.4	86	13,600
				60	10.0	33.873	0.291	0.4	81	226,900
				75	9.8	33.941	0.210	0.4	79	21,800
				90	9.8	33.905	0.184	0.6	96	6,500
				100	9.7	34.034	0.206	0.3	78	6,200
2	59	12:35	15.0	1	10.9	32.964	0.160	0.5	103	64,900
				15	10.1	33.050	0.198	0.4	103	62,600
				30	9.1	33.289	0.377	0.6	112	118,400
				45	9.3	33.560	0.470	0.5	101	49,800
				59	8.9	33.611	0.295	0.6	90	52,400
3	61	11:45	13.0	1	10.3	33.172	0.536	0.4	119	128,400
				15	9.6	33.325	0.708	0.9	152	13,000
				30	9.4	33.437	0.677	0.6	102	239,700
				45	8.4	33.461	0.480	0.5	94	73,600
				60	8.2	33.596	0.286	0.6	104	11,200
4	54	10:40	15.0	1	11.6	33.063	0.278	0.5	120	28,800
				10	10.2	33.091	0.374	0.5	121	28,700
				20	9.8	33.208	0.548	0.4	128	28,400
				30	9.5	33.392	0.670	0.5	106	42,500
				40	9.4	33.383	0.653	0.5	97	109,200
				50	9.2	33.515	0.458	0.5	101	46,000
				53	9.2	33.551	0.384	0.4	68	28,600
5	44	9:35	12.0	1	11.6	32.883	0.504	0.4	120	145,700
				10	10.1	33.163	0.515	0.7	157	175,500
				20	9.7	33.226	0.660	0.6	135	51,800
				30	9.7	33.343	0.694	0.6	134	117,500
				40	9.0	33.465	0.307	1.2	133	30,200
				43	9.0	33.470	0.311	0.9	169	16,600
全測点平均							0.437	0.5	110	69,100

付表-2 昭和55年7月10日の調査結果

調査点	水深 (m)	観測時間 (時・分)	透明度 (m)	調査水深 (m)	水温 (°C)	塩分 (‰)	クロロフィルa (mg/m ³)	SS (mg/l)	POC (mgC/m ³)	珪藻細胞数 (cells/l)
1	100	13:30	17.0	1	17.8	33.806	0.321	0.2	73	66,500
				15	17.1	33.855	0.205	0.4	73	63,400
				30	16.9	33.873	0.327	0.5	83	72,300
				45	16.7	33.873	0.316	0.5	75	45,000
				60	14.3	33.950	0.287	0.4	59	33,900
				75	12.6	34.019	0.179	0.4	43	10,900
				90	12.1	34.151	0.117	0.9	69	7,100
				100	11.7	34.279	0.114	0.5	55	1,000
2	59	12:30	16.0	1	18.3	33.851	0.289	0.4	67	46,500
				15	17.3	33.905	0.252	0.4	88	46,700
				30	16.7	33.960	0.225	0.8	111	50,000
				45	16.6	33.992	0.184	0.7	80	38,600
				58	15.7	34.061	0.185	0.5	64	25,200
3	61	11:45	18.0	1	18.6	33.723	0.214	0.4	91	45,600
				15	17.9	33.788	0.140	0.4	81	54,500
				30	17.0	33.837	0.284	0.4	70	84,300
				45	14.8	34.010	0.201	0.3	57	26,100
				60	13.4	34.106	0.104	0.5	51	8,200
4	54	10:30	14.0	1	18.2	33.009	0.115	0.2	71	150,500
				10	16.8	33.253	0.124	0.5	91	44,000
				20	17.1	33.605	0.140	0.4	100	46,200
				30	16.8	33.696	0.168	0.3	80	37,000
				40	16.3	33.806	0.148	0.6	70	45,100
				50	15.2	33.788	0.144	0.3	59	64,200
				53	14.6	33.806	0.128	0.3	73	43,500
5	44	9:25	16.0	1	18.4	33.109	0.279	0.5	120	111,300
				10	17.0	33.262	0.145	0.4	75	117,500
				20	15.5	33.289	0.135	0.4	79	19,500
				30	14.4	33.338	0.094	0.3	78	33,100
				40	14.6	33.633	0.063	0.9	80	42,900
				43	14.4	33.380	0.100	0.5	99	36,900
全測点平均							0.185	0.5	76	48,900

付表-3 昭和55年9月8日の調査結果

調査点	水深 (m)	観測 時間 (時・分)	透明度 (m)	調査 水深 (m)	水温 (°C)	塩分 (‰)	クロロ フィル a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SS (mg/ℓ)	POC (mgC/m^3)	珪藻 細胞数 (cells/ℓ)
1	100	13:30	15.0	1	21.2	33.596	0.441	0.6	89	91,100
				15	21.0	33.596	0.441	0.5	98	75,400
				30	21.0	33.596	0.467	0.6	100	78,900
				45	19.5	33.752	0.291	0.4	98	73,100
				60	17.6	33.996	0.264	0.4	80	66,700
				75	16.4	34.106	0.204	0.5	64	43,200
				90	14.3	34.252	0.108	0.4	63	20,700
				100	13.2	34.343	0.098	0.5	83	33,800
				116	13.2	34.361	0.120	0.5	80	22,000
2	59	12:30	15.5	1	21.0	33.642	0.527	0.3	78	70,800
				15	20.7	33.642	0.472	0.5	92	76,400
				30	20.6	33.683	0.460	0.5	88	49,200
				45	18.2	33.950	0.284	0.5	73	46,700
				58	17.4	34.023	0.161	0.6	71	15,900
3	61	11:32		1	21.3	33.578	0.521	0.3	76	57,300
				15	21.0	33.614	0.474	0.4	109	73,600
				30	18.6	33.614	0.239	0.7	77	36,300
				45	16.8	33.770	0.145	0.3	72	28,300
				60	14.9	34.115	0.079	0.7	91	3,900
4	54	10:22	14.5	1	20.9	33.353	0.253	0.5	106	44,600
				10	20.9	33.425	0.265	0.4	92	44,200
				20	20.9	33.578	0.265	0.4	77	51,800
				30	20.5	33.678	0.308	0.4	91	58,000
				40	19.7	33.824	0.160	0.3	83	29,200
				53	16.8	34.079	0.083	0.6	106	6,700
5	44	9:32	11.5	1	20.6	32.185	0.725	0.8	168	50,600
				10	20.1	33.118	0.431	0.4	106	67,200
				20	19.3	33.249	0.348	0.9	141	57,200
				30	18.9	33.452	0.362	0.5	123	47,600
				43	16.8	33.978	0.104	0.6	83	7,400
全測点平均							0.303	0.5	92	47,600