

多変量解析手法による ホタテガイ垂下養殖技術の評価について

仲村 俊毅・田中 俊輔

はじめに

昭和50年に生じた垂下養殖ホタテガイの大量へい死は、密殖の防止により回復しつつある。この間の「垂下養殖技術」の変化は、年2回全湾的な規模で行われる垂下養殖実態調査により明らかにされている。

(1)

田中は昭和54年秋に行われた垂下養殖実態調査の結果から、湾内養殖漁業者83人についての、手持ち貝の数量比、生残率、正常貝出現率、殻長、全重量の5項目の調査結果を用い、「垂下養殖技術」の比較を試みた。これは上記5項目にそれぞれ100点満点法で得点を与え、それらを加算した総合得点により順位をつけ、個人単位の「技術」の評価を行ったものである。(得点のつけ方等、詳細については前出の報告書を参照されたい。)もとより「技術」とは何かという問題は残されている。しかし、かりに「技術」なるものの実態は不明であっても、上記5項目に現われた結果は「技術」なるものの総合された指標と考えることができ、ここに「技術」を「評価」という考え方が得られる。

田中方式の評価法で問題となるのは、上述したような得点の与え方、評価の方法が、はたして客観的かつ公平なものであるかという点である。本報告は、この点を詳細に検討し、さらに「垂下養殖技術の評価法」の確立を試みたものである。

統計計算にあたっては県総務部電子計算課の御助力をいただいた。

結 果

(1) 田中方式による総合得点法の検討

表1に解析に用いた資料、および田中方式による総合得点、順位を示した。また加重主成分総得点と順位を示したが、これについては後述する。ここで手持ち貝の数量比とは「調査時点における手持数量/組合・支所別の53年産稚貝の採苗年の秋の分散時における垂下利用数量」を百分比で表わしたもので、調査が秋に行われたことを考慮すると、この数字は貝をへい死させずに夏を越す自信があるかどうかという、漁業者の心理的要因を表わす指標となるものと考えられる。

表2に標準的な統計量を、表3に相関係数行列を示した。さらに表4に田中方式の総合得点に対して、「貝の強さ」を示すとみられる生残率、正常貝出現率、および「貝の成長」を示す殻長、全重量との間の重相関係数と寄与率を示した。これらの結果を次に要約して述べる。

- a 殻長と全重量の相関は当然ながら非常に良好(0.928)である。
- b 生残率と正常貝出現率の間には比較的高い相関(0.752)がある。
- c 正常貝出現率と全重量の間に有意水準5%で有意な負の相関があると判定される。これは生残率、正常貝出現率が高いと貝の収容密度が高いレベルで維持されるため、成長が劣ってくるという現象があり得ることを示唆している。

表1 資 料

組合名	支所名	調査者	手持貝 数量比 (%)	生残率 (%)	正常貝 出現率 (%)	殻 長 (cm)	全重量 (g)	田中方式によ		加重主成分		
								る総得点	順位	総得点	順位	
平館村		A	64.5	24.7	34.3	8.40	70.1	263.6	69	1.600	19	
		B	34.3	21.4	22.2	8.40	68.8	216.7	82	0.629	26	
		C	83.7	83.8	98.0	8.31	55.1	388.6	14	1.445	21	
		D	99.6	54.2	85.0	7.97	57.5	356.6	27	1.618	18	
蟹田町		D	8.0	68.2	90.0	7.00	35.7	243.9	76	-3.189	82	
		E	8.0	54.3	54.0	8.43	72.2	258.5	72	0.055	39	
		F	12.0	52.5	90.0	8.25	54.1	274.6	65	-0.982	56	
		G	56.0	33.8	22.0	8.66	78.7	264.5	68	2.087	9	
		C	52.0	23.1	33.0	8.10	63.9	236.0	80	0.612	27	
蓬田村		A	25.0	72.3	88.0	8.47	64.3	319.6	45	0.219	36	
		B	100.0	70.7	68.0	8.85	87.0	403.7	9	4.054	1	
		C	60.0	88.4	100.0	7.60	52.0	354.4	28	-0.140	43	
		D	75.0	94.7	82.0	8.55	64.1	412.8	6	1.945	11	
		E	100.0	80.9	88.0	8.72	80.2	425.1	4	3.580	3	
		F	50.0	95.3	96.0	8.79	77.0	394.3	12	1.994	10	
		G	20.0	98.4	86.0	8.59	69.8	346.2	33	0.565	29	
		H	100.0	87.0	98.0	8.97	79.8	444.8	2	3.812	2	
		I	20.0	62.7	86.0	6.78	36.3	241.0	78	-3.026	81	
後 潟		B	50.0	16.5	0.0	6.04	37.8	126.3	83	-2.719	80	
		C	25.0	88.1	95.0	7.96	53.9	322.0	43	-0.751	53	
		D	30.0	27.9	56.5	7.65	53.3	221.7	81	-1.080	58	
		E	25.0	54.1	74.0	7.75	49.7	258.8	71	-1.246	64	
		F	12.0	90.8	87.0	8.50	61.8	323.6	42	-0.188	46	
青森市	奥内	A	92.1	100.0	94.5	8.50	63.7	422.3	5	2.386	7	
		B	78.9	89.8	99.0	7.70	46.2	369.9	20	0.275	35	
		油川		34.6	53.6	95.0	7.37	41.3	272.5	66	-1.800	71
		沖館		50.0	51.6	74.0	9.35	78.2	341.8	37	2.502	6
		造道		30.0	100.0	96.0	8.61	66.0	366.0	23	0.690	25
		原別		40.0	79.4	56.0	7.69	50.2	279.6	63	0.539	30
		野内		100.0	96.3	98.0	6.89	36.2	368.5	21	-0.345	49
		久栗坂	H	70.3	80.0	87.0	8.05	59.4	358.7	26	0.989	23
	I		75.7	33.0	43.5	7.39	46.3	236.5	75	-0.209	47	

表1 資 料(つづき)

組合名	支所名	調査者	手持ち貝 数量比 (%)	生残量 (%)	正常貝 出現率 (%)	殻長 (cm)	全重量 (g)	田中方式による		加重主成分	
								総得点	順位	総得点	順位
平内町	土屋	A	34.8	95.9	96.5	7.85	57.6	344.1	34	-0.357	50
		B	24.0	73.2	76.0	8.05	68.2	303.4	51	-0.016	40
	茂浦	A	25.2	77.2	96.0	7.80	48.7	305.1	49	-1.206	63
		B	38.0	68.9	86.0	7.10	38.0	274.9	64	-2.039	73
		C	100.0	95.4	94.0	7.50	42.7	384.1	15	0.594	28
	浦田	A	78.4	77.3	89.0	7.10	38.0	326.7	40	-0.765	54
		B	91.4	75.4	82.0	7.60	45.4	348.2	31	0.512	31
		C	91.4	82.3	90.0	7.30	37.5	349.2	30	-0.167	45
		D	100.0	60.3	92.0	6.90	34.0	326.3	41	-0.575	52
		E	100.0	90.7	98.0	8.00	49.5	400.2	11	1.396	22
		F	100.0	87.4	98.0	7.00	36.1	306.1	48	-0.275	48
	東田沢	A	100.0	86.6	96.0	7.55	47.9	382.5	16	0.850	24
		C	100.0	95.7	93.0	8.15	55.1	407.8	8	1.851	12
		D	85.6	85.2	96.0	7.55	48.6	367.4	22	0.433	34
		E	100.0	87.6	92.5	7.85	55.5	393.6	13	1.531	20
		F	100.0	90.5	98.0	8.00	59.0	409.5	7	1.847	14
	小湊	A	43.7	37.5	75.0	7.20	45.4	247.6	74	-1.507	66
		B	11.0	48.0	50.0	9.00	94.9	285.9	60	1.796	16
		D	66.7	20.8	49.3	7.50	52.6	241.4	77	-0.143	44
		E	66.7	58.9	78.0	6.80	35.6	297.2	52	-1.590	68
		F	66.7	85.1	80.0	7.50	49.1	332.9	39	-0.130	42
	清水川	A	96.2	90.1	100.0	7.45	43.9	380.2	19	0.443	33
		B	96.2	96.8	98.0	6.50	29.8	352.8	29	-1.162	61
		C	96.2	95.2	98.0	8.70	72.0	437.4	3	3.080	5
D		96.9	51.7	86.2	6.65	37.4	306.2	47	-0.781	55	
E		100.0	73.4	87.5	7.15	41.6	346.5	32	0.112	37	
G		65.4	70.1	91.1	6.90	37.6	304.2	50	-1.425	65	
野辺地町	A	22.9	86.3	38.0	7.33	43.4	238.6	79	-1.764	70	
	B	45.9	99.2	83.0	7.30	43.7	319.8	44	-1.181	62	
	C	50.5	98.8	84.0	7.56	48.7	334.0	38	-0.541	51	
	D	91.7	44.4	49.0	7.47	48.3	283.4	62	0.491	31	
	E	82.6	95.4	87.0	8.49	66.8	401.8	10	2.235	8	

表1 資 料(つづき)

組合名	支所名	調査者	手持ち貝数量比(%)	生残率(%)	正常貝出現率(%)	殻長(cm)	全重量(g)	田中方式による総得点		加重主成分	
								順位	総得点	順位	総得点
横浜町		F	38.6	79.3	90.0	6.82	41.3	287.2	59	-2.115	74
		H	54.7	75.6	100.0	7.03	39.3	311.6	46	-1.545	67
		I	22.5	66.2	92.0	7.03	37.6	260.3	70	-2.635	78
		J	16.1	84.3	80.0	7.01	43.7	266.1	67	-2.450	77
		K	64.3	66.1	92.0	6.63	35.2	291.6	56	-1.868	72
		L	19.3	71.1	82.0	7.83	53.6	284.0	61	-1.107	59
		M	25.7	74.2	92.0	7.47	46.1	288.0	57	-1.650	69
		N	74.0	98.4	96.0	6.86	37.3	343.7	36	-1.109	60
むつ市		A	3.3	100.0	94.0	7.39	49.0	294.3	54	-2.180	75
		B	3.3	97.9	98.0	8.43	74.6	343.8	35	0.077	38
		C	2.5	97.1	100.0	7.14	44.2	287.8	58	-2.718	79
		D	1.7	96.5	99.0	7.72	38.8	292.0	55	-2.410	76
川内町		A	100.0	74.2	86.0	7.97	60.4	380.6	18	1.849	13
		B	100.0	96.2	84.0	6.93	40.8	361.0	25	-0.053	41
		C	100.0	65.5	78.0	8.00	59.9	365.4	24	1.844	15
		D	100.0	96.7	97.0	8.75	76.7	446.4	1	3.485	4
		E	100.0	98.5	68.0	7.85	57.3	381.8	17	1.735	17
脇野沢村		A	48.3	73.2	86.0	5.94	23.6	251.1	73	-3.569	83
		C	9.1	76.4	90.0	7.64	65.8	295.3	53	-1.033	57

表2 項目別標準統計量

	平均	標本標準偏差	最小値	最大値
手持ち貝数量比(%)	59.4	33.91	1.7	100.0
生残率(%)	74.7	22.43	16.5	100.0
正常貝出現率(%)	81.8	20.92	0.0	100.0
殻長(cm)	7.7	0.71	5.9	9.4
全重量(g)	52.9	14.69	23.6	94.9
田中方式総合得点	324.0	61.82	126.3	446.4

表3 相関係数行列

	1	2	3	4	5
1 手持ち貝数量比(%)	1				
2 生 残 率(%)	0.144	1			
3 正常貝出現率(%)	0.147	0.752 *	1		
4 殻 長 (cm)	-0.014	0.072	-0.059	1	
5 全 重 量 (g)	-0.048	-0.053	-0.220 **	0.928 *	1
田中方式総合得点	0.626 *	0.695 *	0.617 *	0.461 *	0.342 *

* 有意水準1%で有意な相関有り

** " 5%で "

表4 田中方式の総合得点に対する重相関係数と寄与率

	重 相 関 係 数	寄 与 率
対 生残率・正常貝出現率	0.709	50.4%
対 殻 長 ・ 全 重 量	0.514	26.4%

d 田中方式による総合得点は全測定項目と有意な正の相関を持つが、これは各項目に均一に100点満点法による得点を与えるという方式から当然期待される結果である。しかし、項目別にみると、手持ち貝数量比、生残率、正常貝出現率との相関が高く、殻長、全重量との相関が低い。このような事情をより詳細にみるために、田中方式の総合得点に対する重相関係数を計算すると、生残率・正常貝出現率は0.709、寄与率50.4%、殻長・全重量は0.514、寄与率26.4%と、かなりの差を生じている。したがって田中方式の総合得点法は相対的に生残率・正常貝出現率に高いウエイトのかかった得点方式といえる。

(2) 主成分分析法による検討

前述したように田中方式の総合得点法は生残率、正常貝出現率に高いウエイトのかかった評価方式であるといえる。昭和50年以降、大量へい死が起こっていた期間は「貝をへい死させない技術」が漁業者の主要な関心事であった。しかし、大量へい死から回復しつつある現在では「貝を早く大きくする技術」に関心が移ってきている。もし、「技術」なるものを正當に評価しようとするならば「へい死させない技術」、「大きくする技術」のいずれをも平等に評価すべきであろう。もちろん、垂下養殖用の貝のすべてをへい死させずに早く大きくして成貝販売に持っていくのが理想であることはいうまでもない。ここではいくつかの内容に分けられる「技術」なるものを客観的、かつ公平に評価することを統計的手法により試みた。

前述した5測定項目は直観的に3つの内容に分けることができる。すなわち、へい死させずに夏を越す自信があるかどうかという心理的要因の指標となる手持ち貝数量比、貝の強さまたはへい死させない技術を示すとみられる生残率、正常貝出現率、そして貝の成長または貝を大きくする技術を示す殻長、全重量、の3つである。そこで5つの測定項目を3つの主成分に要約することを試み、主成分

分析を行った。その結果は表5に一括して示した。なお測定項目により測定単位が異なるため、測定値は項目毎に平均0、分散1にあらかじめ規準化したものを分析に用いている。

この結果第1から第3までの3つの主成分の累積寄与率は94.1%となり、全測定項目の持つ情報(分散)の94.1%が3つの主成分で説明されることがわかる。それぞれの主成分の固有ベクトル、因子負荷量は表に示したとおりであるが、第1主成分は殻長、全重量に対し正の固有ベクトルを持ち、因子負荷量はともに0.8を越える。したがって第1主成分は殻長、全重量を示すことになる。第2主成分は全部の測定項目に対し正の固有ベクトルを持ち、因子負荷量は生残率、正常貝出現率に対して高い。この第2主成分は主として生残率、正常貝出現率を示すものと考えられるが、殻長、全重量に対する因子負荷量も比較的高く、田中方式の総合得点が各測定項目に示した相関のパターンとよく似ている。ちなみに、この第2主成分の得点と田中方式の総合得点の相関係数は0.907ときわめて高かった。したがって田中方式の総合得点法は結果的に第2主成分得点のようなものであったことがわかる。第3主成分は手持ち貝数量比に対して高い正の固有ベクトルを持ち、因子負荷量もきわめて高かった。

表5 主成分分析の結果

変数	第1主成分		第2主成分		第3主成分	
	固有ベクトル	因子負荷量	固有ベクトル	因子負荷量	固有ベクトル	因子負荷量
調査貝数量	-0.136	-0.194	0.191	0.251	0.972	0.949
生残率	-0.315	-0.448	0.618	0.813	-0.151	-0.148
正常貝出現率	-0.414	-0.589	0.542	0.712	-0.180	-0.175
殻長	0.567	0.808	0.428	0.562	0.001	0.001
全重量	0.624	0.888	0.324	0.426	0.015	0.015
固有値	2.027		1.726		0.952	
寄与率	40.5%		34.6%		19.0%	
累積寄与率	40.5%		75.1%		94.1%	

(3) 主成分得点による垂下養殖技術の評価

上述した主成分分析法により「技術」評価の客観性、公平さは確保し得たものと考えられる。そこで83人の調査対象者に対する第1から第3までの主成分得点を合算することで「技術」評価を考えた。次の問題となるのは「技術」の持ついくつかの内容に対する公平さであるが、前述した主成分分析の結果から第1主成分は殻長、全重量を表わし、寄与率も高い。したがって主成分得点をそのまま合算した場合、殻長、全重量に高いウエイトのかかった得点方式となってしまう。そこで、それぞれの主成分得点に対し、個人の得点を83人分の得点の標本標準偏差で割るという形の重みを加えた得点を合算するという方式を採った。

「技術」評価の問題として、技術の内容のバラツキがある。例えば「へい死させない技術」で高い得点を得ても、「貝を大きくする技術」で得点が低い場合、どのように評価すべきかという点である。いうまでもなく「技術」にいくつかの内容が含まれているものとすれば、それらが良くバランスがと

れているということも「技術」と考えられるだろう。しかし、その点については今後の検討課題とし、ここでは前述した第1から第3までの加重主成分総得点方式が、「技術」の内容のバラツキをも、ある程度加味したものと考えた。表1に加重主成分総得点と順位を示した。この結果を田中方式の総合得点法による順位と比較すると、田中方式で下位にランクされた者が上位にランクされる例が2～3ある。しかし、その逆の例がない。総体としては田中方式によるランク付けと大きくは変わらない。等の結果が得られた。ちなみに本方式による順位と田中方式の順位との*Spearman*の順位相関は0.684であった。両方法によるランク付けに大きな差を生じない理由のひとつとしては、「技術」の個人差が比較的大きいということが考えられる。

おわりに

以上、垂下養殖技術の評価法なるものを考えてみた。技術を評価すること自体はさほど重要な問題とは思われない。問題なのはその結果をいかに利用するかである。本報告は毎年2回行われる全湾規模の「垂下養殖実態調査」の資料を用いている。この実態調査は昭和50年から行われているものであるので、この資料を経時的に検討することで地区別、あるいは組合別に垂下養殖技術がどのような変遷をとげたかを知ることができる。さらに本報告では「技術」を「へい死させない技術」、「貝を大きくする技術」「へい死させずに夏を越す自信」の3つの内容に分けたが、これらを個別に評価することも可能である。

最後に問題点をいくつか挙げると、本報告における評価法はあくまで相対評価であり、絶対的、または外的基準を持った評価法ではないという点である。また、多変量解析手法は電子計算機の利用が前提であるため「現場で使えない」という点である。現場で簡単な測定項目から個人単位の技術評価が可能となることが望ましい。これらの点については今後の検討課題としたい。

参考文献

- (1) 田中俊輔・他(1981): ホタテガイモデル養殖試験Ⅲ 青水増事業概要第10号 P.27～59