

# DO, クロロフィルa, プランクトン沈殿量を用いた 養殖カキの生産量の推定

藤沢 邦康

Estimation of Production of Oyster *Crassostrea gigas* ;  
Multiple Regression Analysis using Dissolved Oxygen,  
Chlorophyll-a and Plankton Settled Volume

Kuniyasu FUJISAWA

1985~'88年、虫明湾カキ養殖場において、カキの成長と水、底質環境との関連性について調査を行い、カキの成長にとって現状の水、底質の与える悪影響は小さく、むしろ餌料環境が大きなウエイトを占めることが推定された<sup>1,2)</sup>。このことをふまえて、餌料環境を中心に、カキの生産量とこれらの環境因子との関連性を既存資料を用いて若干の検討を行った。

## 材料と方法

カキ生産量は中国四国農政局統計情報部編“昭和52年~62年岡山県漁業の動き”に記載のカキ類養殖のうち、むき身収穫量の値を用いた。農林統計の養殖筏台数と収穫対照となる筏台数は異なることより筏あたりの収穫量は求め難い。そこで、本報では県東部の牛窓町、邑久

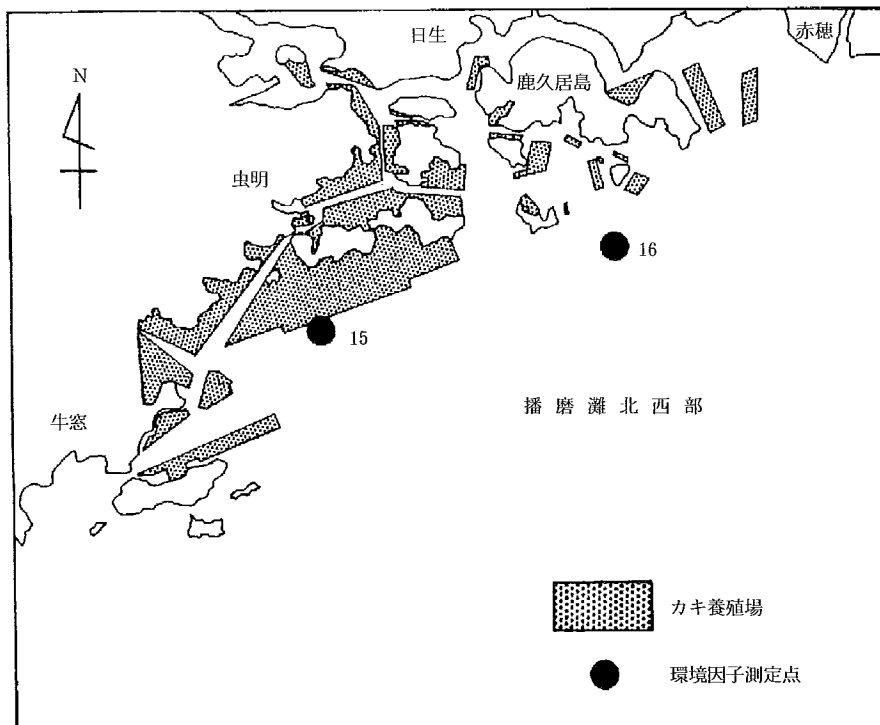


図1 岡山県東部海域のカキ養殖場と環境因子測定地点  
(浅海定線定点)図

町, 備前市, 日生町の各年別の10~12月とその翌年の1~3月のむき身収穫量の合計値(付表1)を用いた。この農林統計によるカキの生産量を水質データより, 重回帰分析<sup>3)</sup>により推定することを試みた。

水質とカキの成長との関係は'85年-'88年の虫明湾における調査結果より, クロロフィルaさらにDOがカキの成長との間に関連性が高いことを報告した<sup>1,2)</sup>。これらは餌料と密接な関係があると考えられることから, DO, クロロフィルa, プランクトン沈殿量の値を解析に用いることにした。それには養殖場近傍の浅海定線調査のSt.15, 16(図1)の測定値を用いた。また, カキ養殖筏は台風時期が過ぎるまでは湾内及び多島域の水道部に過密状態で設置されており, この間は成長を抑制するための管理であり, その後大半は湾外に移動して身入りをはかる方法で養殖が行われている。このことから, 環境因子については4~9月と10~3月に分けた。すなわち, 4~9月のDO, クロロフィルa, プランクトン沈殿量と10~3月のDO, クロロフィルa, プランクトン沈殿量の計6個を説明変数とした。そして, 環境因子を代表するには平均値以外に最大値, 最小値についても分析を試みた。

結果及び考察

DO, クロロフィルa, プランクトン沈殿量を説明変数とした重回帰分析を変数増加法により行った。その結果, 平均値を用いた場合,  $F > 2$ の説明変数は1個, 4~9月のクロロフィルaのみであり, 重相関係数0.444, 自由度調整済み重相関係数0.329と低い値を示した(表1)。次に最大値を用いた場合,  $F > 2$ の説明変数は3個, 4~9月のクロロフィルa, 4~9月のプランクトン沈殿量, 10~3月のDOであり, 重相関係数0.736,

表1 平均値による重回帰分析 ( $F > 2$ ) による相関係数(上表)と分散分析表(下表)

Step	説明変数	重相関係数	自由度調整済み重相関係数
1	$X_1$	0.444	0.329

$X_1 = \text{クロロフィルa (4~9月)}$

	自由度	平方和	分散	分散比F
全体	10	5541767		
回帰による	1	1092990	1092990	2.211
回帰からの	9	4448777	494308	

表2 最大値による重回帰分析 ( $F > 2$ ) による相関係数の変化結果と分散分析表(下表)

Step	説明変数	重相関係数	自由度調整済み重相関係数
1	$X_1$	0.518	0.433
2	$X_1, X_2$	0.675	0.566
3	$X_1, X_2, X_3$	0.824	0.736

$X_1 = \text{クロロフィルa (4~9月)}, X_2 = \text{プランクトン沈殿量 (4~9月)}, X_3 = \text{DO (10~3月)}$

	自由度	平方和	分散	分散比F
全体	10	5541767		
回帰による	3	3766437	1255479	4.950*
回帰からの	7	1775330	253618	

\* $P > 0.05$

表3 最小値による重回帰分析 ( $F > 2$ ) による相関係数の変化(上表)と分散分析表(下表)

Step	説明変数	重相関係数	自由度調整済み重相関係数
1	$X_1$	0.587	0.521
2	$X_1, X_2$	0.805	0.749
3	$X_1, X_2, X_3$	0.908	0.865
3	$X_1, X_2, X_3, X_4$	0.938	0.895

$X_1 = \text{DO (10~3月)}, X_2 = \text{クロロフィルa (10~3月)}, X_3 = \text{プランクトン沈殿量 (10~3月)}, X_4 = \text{クロロフィルa (4~9月)}$

分散分析表

	自由度	平方和	分散	分散比F
全体	10	5541767		
回帰による	4	4878377	1219594	11.031**
回帰からの	6	663390	110565	

\*\* $P > 0.01$

自由度調整済み重相関係数0.736であり, 分散分析の結果5%の水準で有意を示した(表2)。そして標準偏回帰係数はそれぞれ-0.826, 0.685, 0.588となった。最後に, 最小値を用いた場合,  $F > 2$ の説明変数は4個となり, 10~3月のDO ( $X_1$ ), 10~3月のクロロフィルa ( $X_2$ ), 10~3月のプランクトン沈殿量 ( $X_3$ ), 4~9月のクロロフィルa ( $X_4$ ) であり, 重相関係数0.938, 自由度調整済み重相関係数0.895と高い値を示した。分散分析の結果1%の水準で有意性を示した(表3)。そして, 標準偏回帰係数はそれぞれ, -0.563, 0.589, -0.41

4, -0.242となった。また、この最小値を用いた重回帰式は $Y=10027-72X_1+1266X_2-1061X_3-290X_4$ となり、さらに実測値と推定値の比較を図2に示した。

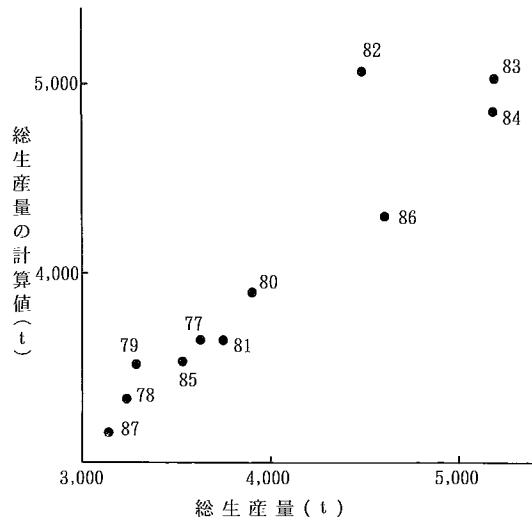


図2 県東部海域の養殖カキ総生産量と重回帰分析による総生産量の計算値の比較(図内の数字は年号)

以上の結果より、最小値を用いた場合、最も良好な結果を示した。そして、説明変数は10～3月の値が大きなウェイトを占め、4～9月の変数の影響は小さかった。小笠原ら<sup>4)</sup>は抑制種苗の成長は好適環境に移植すると最初から好適環境にあったものより成長が良く、また移植時期が遅いものほど良い結果を得ており、このことは成長環境に移された後の環境因子がカキの成長を決める上で重要であることを示していると言えよう。また、回帰式で10～3月のクロロフィルaは生の符号、10～3月のDO、10～3月のプランクトン沈殿量、4～9月のクロロフィルaは負の符号を示したことについて、クロロフィルaについて楠木<sup>5)</sup>はカキの成長とクロロフィルa量との相関係数があることを報告し、片山ら<sup>6)</sup>はカキのむき身重量がクロロフィルa量に対応していることを報告しており、本結果を支持するものと言える。しかし、4～9月のクロロフィルaは負の符号であり、最大値を用いた分析でも4～9月のクロロフィルaは負となっている。このことはこの時期の飼料環境としては抑制された方がカキの生産量は高いことを示しているものと言え

よう。これらの分析において、最小値を用いたものだけがなぜ良好な結果を得たのか、またDO、プランクトン沈殿量についての解釈はどうかは明らかでない。また本解析で最も良好な結果を得た最小値を用いた場合、説明変数、目的変数共に10～3月の値となり、予測にはない。さらに最小値を用いた場合、説明変数の4～9月の値だけのStep. 2まででは決定係数は0.32と生産量を十分説明し難い。今後、生産量予測をはかるため説明変数の吟味、選択を行い、検討を加えてゆきたい。

## 要 約

1. 1977～'87年の岡山県東部における養殖カキの各年の10月から翌年3月までのむき身収穫量を近隣2地点のDO、クロロフィルa、プランクトン沈殿量より重回帰分析で推定することを試みた。

2. 説明変数として10～3月のDO ( $X_1$ )、クロロフィルa ( $X_2$ )、プランクトン沈殿量 ( $X_3$ )、4～9月のクロロフィルa ( $X_4$ ) を用いて、重相関係数0.938、自由度調整済み重相関係数0.895を得た。分散分析の結果、1%水準で有意を示した。そして、重回帰式は $Y=10027-72X_1+1266X_2-1061X_3-290X_4$ となった。

## 文 献

- 1) 藤沢邦康・小橋啓介・佐藤二朗, 1987: 虫明湾における養殖カキの成長と環境要因の関係, 岡山水試報 2, 44-51
- 2) ——・——, 1988: 虫明湾における養殖カキの成長と環境について- 養殖場内の場所による成長差について-, 同誌 3, 23-29
- 3) 奥野忠一, 1984: 応用統計ハンドブック, 4, pp827+2 養賢堂
- 4) 小笠原義光・小林歌男・岡本亮・古川厚・久岡実・野上和彦, 1962: カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義, 内水研研報, 19, 1-153
- 5) 楠木豊, 1977: マガキの成育とクロロフィルa量との関係, 広島水試研報, 9, 28-36
- 6) 片山勝介・三宅与志雄・池田善平, 1984: 岡山県東部のカキ養殖漁場におけるクロロフィルaの分布, 55年度岡山水試事報, 38-41

付表1 浅海定線調査結果 (St. 15, 16) のうち, DO, クロロフィル a, プラントクトン沈澱量の  
最小, 最大 (平均) 値と東京都養殖カキむき身総収獲量 (生産量)

年度	DO (%)		クロロフィル a ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )		プラントクトン沈澱量 (ml/l)		カキ総生産量*
	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	4~9月	10~3月	
1977	94~132(109)	90~113(102)	1.63~5.88 (3.49)	1.52~7.37 (3.78)	0.7~13.5(4.5)	1.3~5.5(3.2)	3,643
78	75~154(107)	90~113(99)	1.33~10.41 (4.21)	0.88~10.85 (3.57)	0.9~5.4(2.7)	0.9~6.0(2.4)	3,254
79	86~122(108)	92~168(105)	2.06~31.42 (7.34)	1.07~2.06 (1.60)	0.9~7.6(2.9)	0.6~13.0(3.6)	3,298
80	107~143(122)	97~116(105)	1.82~13.24 (5.78)	1.42~5.87 (3.01)	1.0~7.1(3.1)	0.4~3.4(1.8)	3,897
81	83~161(115)	97~121(106)	0.80~8.54 (2.64)	1.07~5.87 (3.69)	1.2~22.4(6.0)	0.5~19.0(4.3)	3,874
82	103~139(113)	84~116(103)	1.07~4.81 (3.13)	1.60~18.42 (5.68)	0.8~22.9(7.6)	0.6~16.0(6.5)	4,486
83	96~120(106)	78~104(99)	0.80~8.01 (3.07)	1.34~7.48 (2.43)	2.3~28.0(7.2)	0.8~9.0(3.2)	5,179
84	83~137(112)	85~147(102)	0.80~7.63 (3.06)	1.60~6.41 (4.03)	0.8~21.5(6.8)	0.8~9.5(3.7)	5,174
85	79~135(108)	92~103(97)	2.14~24.83 (8.15)	1.60~8.54 (3.61)	3.5~52.0(13.3)	1.2~17.5(5.4)	3,539
86	92~123(108)	85~108(95)	2.67~12.28 (5.83)	1.34~6.68 (1.78)	2.4~41.0(4.5)	0.5~9.0(3.2)	4,613
87	83~111(100)	85~107(93)	1.60~15.22 (4.45)	0.53~5.87 (1.34)	1.5~9.5(4.4)	0.9~6.7(2.4)	3,136

\* 中国四国農政局統計情報部編 “昭和52-62年岡山県漁業の動き” による