

養殖水産物ブランド・ニッポン推進対策事業* (環境保全型養殖普及推進事業)

上出貴士, 木村 創

養殖状況や漁場環境を調査し、漁場の利用方法と漁場環境の関係を定量的に解析する。また、ここでの解析結果をもとに漁場改善計画における各項目の基準値を達成するための利用方法のガイドラインを策定し、環境保全型の飼育技術を確認するための資料を得る。

1 養殖漁場環境調査

材料と方法

調査は2005年6月3日及び9月15, 16日に、田辺湾の20定点で底質環境について行った(図1)。

調査項目はAVS, TOC, TN, TP及び粒度組成である。AVS, 粒度組成は漁場保全対策推進事業調査指針¹⁾に示された方法で行った。TOC, TN, TPは採取した泥を1mm目合の篩で濾した後乾燥したものをサンプルとした。TOC, TNはサンプルを1.2N HClに24時間浸漬し、蒸留水で洗浄・乾燥したものを元素分析計(Elementar社製vario EL)によって測定した。TPはIshio et al.²⁾に準じて定量を行った。

なお、湾内における定点の位置によりSt.1~3を東部, St.4~7を北部, St.8, 9を湾口部, St.10~20を南部とした。

結果と考察

6月と9月の粒度組成の分析結果を図2に示す。6月では東部のSt.1, 3, 北部のSt.4, 5, 湾口部のSt.8, 南部のSt.10, 11, 14, 16, 17で、9月には



図1 養殖漁場環境調査定点(田辺湾)
図中の斜線域は養殖筏施設海域を示す。

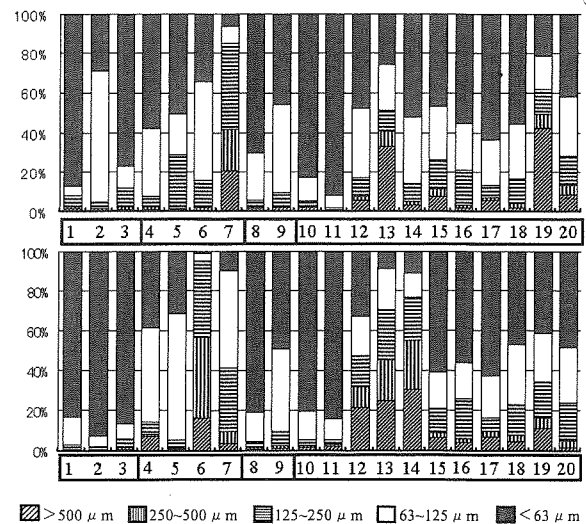


図2 粒度組成

横軸下の数字は定点番号を示す。St.1~3は東部, St.4~7は北部, St.8~9湾口部, St.10~20は南部の定点を示す。上段は6月3日, 下段は9月15日, 16日の結果を示す。

*養殖水産物ブランドニッポン推進委託事業(環境保全養殖普及推進事業)費による

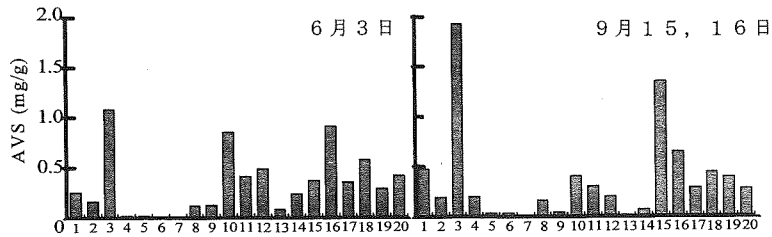


図3 田辺湾における AVS 分析結果
横軸下の数字は定点番号を示す。

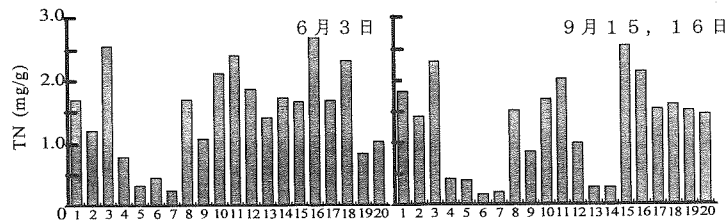
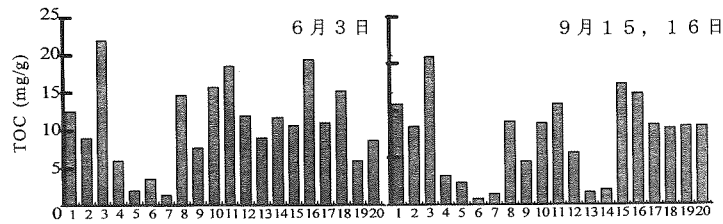


図4 田辺湾における TOC 及び TN の分析結果
横軸下の数字は定点番号を示す。

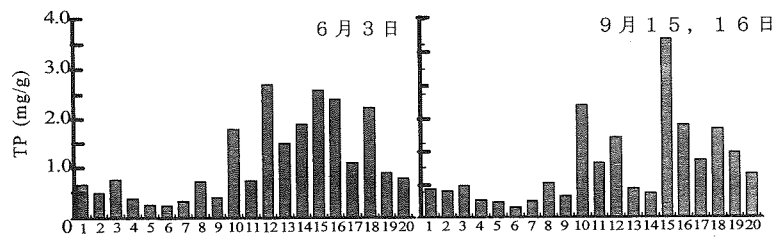


図5 田辺湾における TP の分析結果
横軸下の数字は定点番号を示す。

東部 (St.1~3), 湾口部の St.8, 南部の St.10, 11, 15~17 で 63 μ m 以下のシルトが 50%以上を占めた。

AVS 分析結果を図3に示す。両調査日ともに St.3 は 1.0mg/g 乾泥を超え最も高くなった。これは、St.3 は養殖漁場から離れているが、貯木場などが存在する閉鎖的な構造の港湾内に位置しているためと考えられる。また、6月の調査で北部 (St.4~7) の数値が他の定点より低くなった。

TOC は6月の St.5~7, 9月の St.4~7, 13, 14 で 5mg/g 乾泥以下となり、他の定点より低い傾向となった (図4)。TN についても TOC と同様に6月の St.5~7, 9月の St.4~7, 13, 14 で 0.5mg/g 乾泥以下となり、他の定点より低い傾向となった (図4)。

TP は6月の St.10, 12~18, 9月の St.10, 12, 15~19 で 1.0mg/g 乾泥を超え、東部や北部、湾口部では 1.0mg/g 以下であった。特に、北部 (St.4

～7)では他の定点より6月, 9月とも低い値となった(図5)。TPの値が養殖を行っている南部で高いことから、これは養殖による餌や糞に由来のものであると考えられる。

図6に定点別のリンの存在形態を示す。6月には東部, 北部, 湾口部で, 9月には東部, 北部, 湾口部, 南部のSt.20でRe-Pの割合が30%以上となった。また, 北部では6月にAl-Pの割合が, 他の定点に比べ高くなる傾向がみられた。

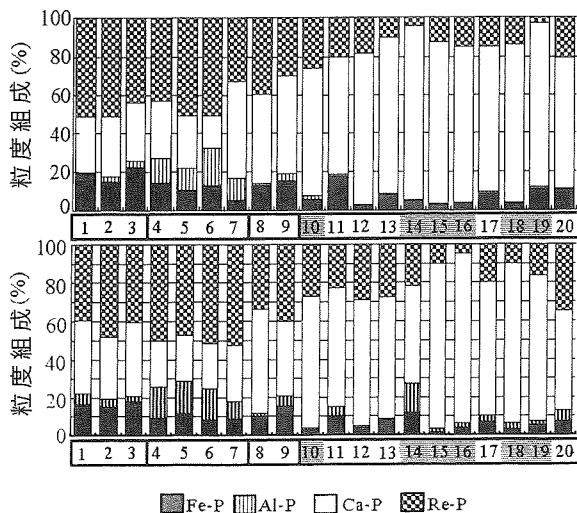


図6 田辺湾における調査定点別のリンの存在形態の組成比

横軸下の数字は定点番号を示す。上段は6月3日, 下段は9月15,16日の調査結果。網掛けは養殖筏直下の定点を示す。

2 魚類養殖に伴う汚染負荷物質の収支

材料と方法

当研究所の試験筏で飼育中のマダイ当才魚(平均体重約110g)を用い, 陸上の1t円形FRP水槽に

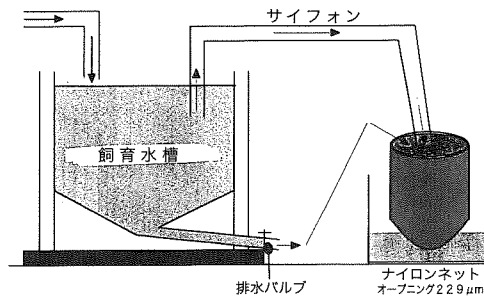


図7 実験設備

収容して実験を行った(図7)。

実験は配合飼料(EP飼料)を用いて行い, 諸条件を表1に示す。給餌については, 摂餌状況を観察しながらできるだけ残餌の出ないように飽食量を与えた。排出される懸濁物の採取は給餌後0.5, 3, 6, 24, 48及び72時間後に行った。給餌後排水サイフォンから流出する分については, 常時ナイロン・ネットで採取しておき, 底層の採取物と併せて計量した。また, 排水バルブを設定時間毎に開け, 100ℓの排水をナイロン・ネット(83×64メッシュ, オープニング229μm)を用いて濾過する方法で採取した。この時ナイロン・ネットを通過する懸濁物についてはネットを通過した海水を1ℓ採取して定量した。採取した海水は, ガラス・フィルター(GF/C)で濾過し, 90℃で恒量になるまで乾燥した。また, 注水口で採水し, 水温, 塩分と溶存酸素の測定を行った。ナイロン・ネットで採集された懸濁物についてはTC, TNを元素分析計(Elementar社製 vario EL)によって測定した。なお, 懸濁物の採取は給餌後72時間まで, TC及びTNの測定は給餌後48時間のサンプルまで行った。また, 和歌山県水産試験場らに従い給餌後3時間までに採取された懸濁物を残餌, それ以降のものを糞とした^{3,4)}。

表1 実験の諸条件

実験番号	年	月	日	収容尾数 (尾)	収容密度 (kg/t)	平均体重 (g)	水温 (°C)	回転数 (回/日)
I	'05	9	24,25	30	3.25	108.2	27.1~28.2	24.2
II	'05	9/29~10/1		40	4.47	111.8	25.1~26.0	25.9
III	'05	10	2~5	40	4.69	117.3	25.8~26.8	25.1
IV	'05	10	5~7	29	3.32	114.3	25.6~26.3	26.8
V	'05	10	14~17	12	1.32	110.0	24.7~25.9	24.2

表2 実験結果

実験番号	給餌量 g/kg	懸濁物量		残餌		糞	
		g	g/kg	g	g/kg	g	g/kg
I	14.57	7.28	2.24	2.27	0.70	5.01	1.54
II	20.74	11.19	2.50	3.00	0.67	7.42	1.66
III	19.35	7.97	1.70	1.81	0.39	6.14	1.31
IV	16.99	7.16	2.16	1.88	0.57	5.30	1.60
V	13.26	2.36	1.79	0.38	0.29	1.97	1.49

* 総量

** マダイ1kg当り

表3 マダイ1kg当りの給餌量に対する
摂餌量、懸濁物量、残餌及び糞の比率

実験番号	収容密度 (kg/m ²)	給餌量 g/kg	マダイ1kg当りの給餌量に対する比率(乾重比)				備考
			摂餌量 %	懸濁物量 %	残餌 %	糞 %	
I	3.25	14.6	84.6	15.4	4.8	10.6	
II	4.47	20.7	87.9	11.2	3.2	8.0	
III	4.69	19.4	91.2	8.8	2.0	6.8	
IV	3.32	17.0	87.3	12.7	3.3	9.4	
V	1.32	13.3	86.5	13.5	2.2	11.3	
02 - I	6.9	9.3	92.3	7.7	3.6	4.1	H14実施
03 - I	7.2	12.0	78.3	21.7	15.6	6.1	H15実施

結果と考察

表2に実験結果を示す。各試験区(収容密度がI区:1.32, II区:3.25, III区:3.32, IV区:4.47, V区:4.69kg/t)における体重1kg当りの給餌量はそれぞれ14.57, 20.74, 19.35, 16.99, 13.26gとなり、収容密度の増加に従い給餌量が多くなる傾向がみられた。実験中に排出された懸濁物量(残餌と糞の合計)は2.36~11.19gで給餌量と併に増加したが、マダイ1kg当りの残餌及び糞はそれぞれ0.29~0.70, 1.31~1.66gとなり、収容密度による大きな差はみられなかった。

表3にマダイ1kg当りの給餌量に対する摂餌量、

懸濁物量、残餌、糞のそれぞれの比率を示す。摂餌量は84.6~91.2%, 残餌は2.0~4.8%, 糞は6.8~11.3%となった。平成14, 15年に実施したEP飼料による同じ内容の実験結果(表3の実験番号02-I, 03-I)では、残餌は3.6, 15.6%, 糞は4.1, 6.1であった。03-Iの残餌の割合が高いが、これは摂餌量に対して給餌量が多くなりすぎたためと考えられ、注意して給餌しても残餌は3~5%程度が排出されるものと思われる。糞は今年度の実験においても数値のばらつきが大きかったが、これは実験時のマダイの生理条件に大きく左右されるためであろう。

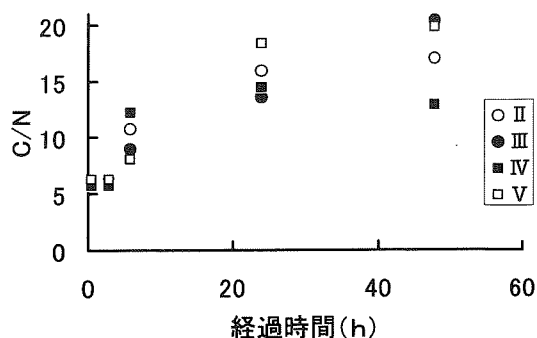


図8 経過時間に伴うC/Nの変化

図8に懸濁物のC/Nの経過時間に伴う変化を示す。EP飼料のC及びNはそれぞれ45.2, 8.56%であり、C/Nは6.16であった。懸濁物におけるC/Nは給餌後3時間までは5.75~6.29となり、EP飼料とほぼ同じ値を示したことから、残餌が排出されていたと考えられる。給餌から6時間後では8.09~12.1とC/Nが大きくなり、糞の排出がはじまったことが窺えた。24時間後や48時間後では12.8~20.3となり、Nの比率が著しく低下した。

表4にN及びCのマダイ1kg当りの給餌量とそれに対する摂餌量、懸濁物量、残餌、糞を示す。給

表4 マダイ1kg当りの給餌N及びC量に対する
摂餌N・C量、懸濁物N・C量(残餌と糞)、
残餌中のN・C量及び糞中のN・C量

実験番号	収容密度 (kg/m ³)	給餌N量 g/kg	マダイ1kg当りの給餌N量に対する比率			
			摂餌量 %	懸濁物量 %	残餌 %	糞 %
II	4.47	1.78	94.5	5.5	3.2	2.3
III	4.69	1.66	95.8	4.2	2.0	2.2
IV	3.32	1.45	93.9	6.1	3.5	2.6
V	1.32	1.14	95.7	4.3	2.1	2.2

実験番号	収容密度 (kg/m ³)	給餌C量 g/kg	マダイ1kg当りの給餌C量に対する比率			
			摂餌量 %	懸濁物量 %	残餌 %	糞 %
II	4.47	9.38	91.3	8.7	3.1	5.7
III	4.69	8.75	93.3	6.7	1.9	4.7
IV	3.32	7.68	90.0	9.0	3.2	5.8
V	1.32	6.00	92.4	7.6	2.1	5.4

餌されたN及びC量は給餌量と同じく、収容密度が高いほど多くなった。給餌量に対するNの摂餌率は93.9～95.8%となり、2.0～3.5%が残餌中のN、2.2～2.6%が糞中のNとして排出された。Cについては摂餌率が90.0～93.3%、残餌及び糞として排出されたC量はそれぞれ1.9～3.2、4.7～5.8%であった。

図9に懸濁物として排出されたN及びC量の残餌と糞の割合を示した。懸濁物は乾燥重量では66.3%以上が糞として排出され、残餌は16.2～26.8%であった。また、懸濁物として排出された残餌及び糞のC量はそれぞれ28.1～36.0、64.0～71.9%となり、残餌として排出する分が多かったが、乾燥重量でみられたほどの差は認められなかった。一方で、N量は残餌として48.3～57.4%が排出され、C量に比べて残餌として排出されるN量の方が多くなった。

実験では、残餌のでないように注意深く給餌を行ったが、残餌に含まれる窒素量は総排出量の半分以上を占めた。従って、海面の養殖筏では今回のデータ以上に残餌としてNが多量に負荷されている可能性があり、残餌を抑えた給餌方法の普及は有機物負荷の軽減と生産性の向上には不可欠であると考えられる。また、残餌は少なくとも給餌量の3%は排出された。回収された残餌の殆どはパウダー状になっていた。マダイは餌を咀嚼することから、パウダー状

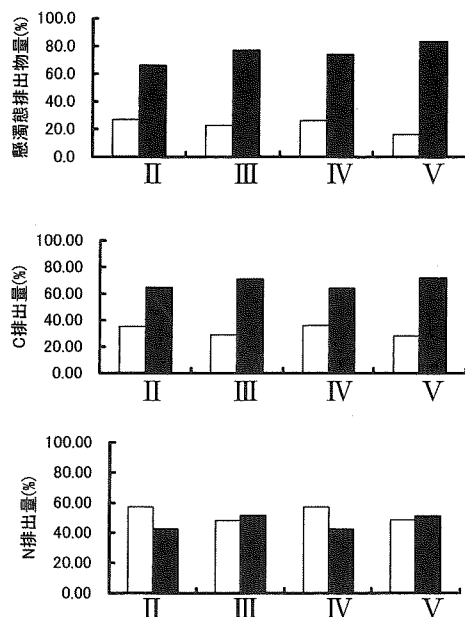


図9 懸濁態排出物の総重量に対する残餌及び糞の乾燥重量、N量、C量の比率
□：残餌 ■：糞

の残餌の大部分は咀嚼時にこぼれ落ちたものであると考えられる。

文献

- 1) 水産庁研究部漁場保全課 1997. 漁場保全対策推進事業調査指針・漁場保全対策推進事業調査報告書様式(海面)・漁場保全対策推進事業調査報告書様式(内水面). PPI37.
- 2) Ishio, M. Kuwahara, and H. Nakagawa 1986. Conversion of $AlPO_4\text{-P}$ to Fe-bound P in Sea Sediments. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 52(5), 901-911.
- 3) 和歌山県水産試験場, 和歌山県水産増殖試験場 1974. 魚類養殖環境自家汚染防除技術開発研究, 昭和49年度中間報告書. 21-30.
- 4) 和歌山県水産試験場, 和歌山県水産増殖試験場 1975. 魚類養殖環境自家汚染防除技術開発研究, 昭和50年度中間報告書. 35-40.