

大村湾における海底耕うん時の濁りの舞上りと底層水の性状

矢田 武義・轟木 重敏・沖野 哲昭

Ascension of Turbid Material and Quality of Bottom Water
during the Cultivation of Sea Bottom in Ohmura Bay
Takeyoshi YADA, Shigetoshi TODOROKI, and Noriaki OKINO

浅海域では、陸上由来の都市排水や産業排水、海中生物の遺骸、魚介類養殖の残餌や排泄物等を主源とする有機物の負荷が増大しており、これらが底土に堆積して底質の悪化した、いわゆる老化漁場がしばしばみられる。こうした漁場の底質を改良する方法として、海底耕うんが行なわれているが¹⁻³⁾、その際に生ずる濁りなどの影響については既往の知見が乏しい。そこで、著者らは大村湾において海底耕うん試験を実施した時に、底土の舞上りによる濁りや溶存酸素量の低下、底層水中の栄養塩類等について検討した。

方 法

耕うん区域 図1に示した大村湾南部の長与浦外域に、0.4km×0.6kmの耕うん区域を設定し、区域内に8点の調査点を設けた。

耕うん前の調査 耕うん区域の環境を知るため、1978年11、12月に調査を行なった。

底土は、Smith McIntyre型採泥器および柱状採泥器により採取した。外観、色調等は、目視観察を行

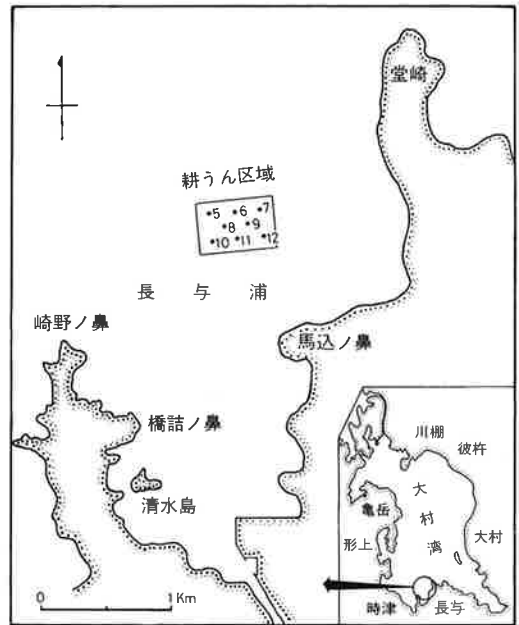


図1 耕うん区域および底質調査点

ない、COD、硫化物および粒度を水質汚濁調査指針⁴⁾により分析した。

試水は、北原式採水器で採水し、Whatman製GF/Cガラスファイバーフィルターでろ過後、ろ液について窒素および磷を海洋観測指針⁵⁾およびStricklandらの方法⁶⁾により分析した。底土からの栄養塩

類の溶出量は、底土を人工海水*に懸濁し、22°Cで10分間振盪後、試水と同一の処理、方法により分析し、測定した。

耕うん 1979年1月に、図2に示したショベル型海底耕うん機を、水試調査船ともづる(15トン)で曳航して行なった。曳航は、予備試験で良好な結果が得られた、φ24mmクレモナロープの2本曳きにより、約2ノットで行なった。耕うんは、耕うん区域の長辺方向に200回、短辺方向に240回行なった。

耕うん方法、曳航コースは図3に示した。

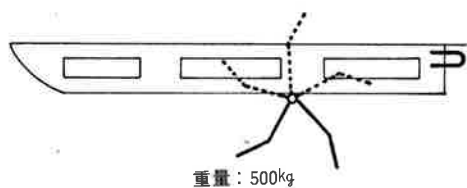
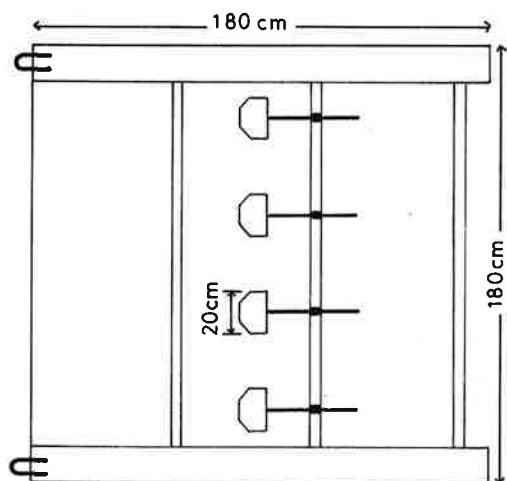


図2 海底耕うん機の概略

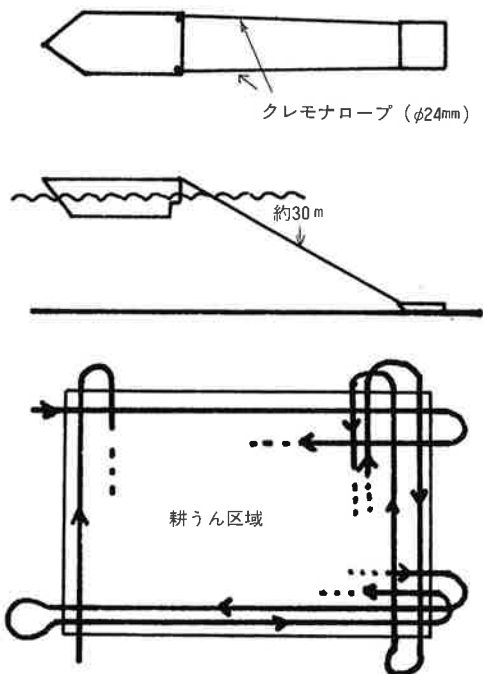


図3 耕うん方法および曳航コース

追跡調査 1979年1月に、耕うん中のともづるの直後を、水試調査船わかづる(25トン)で追跡し、底土の舞上りを魚探で確認後、水中濁度、溶存酸素量の測定、採水を行なった。採水試料は、目視によ

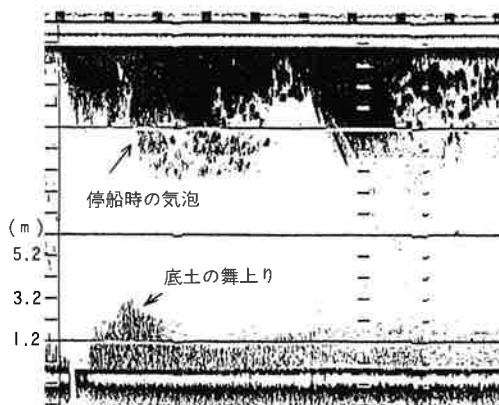


図4 底土舞上りの魚探記録の一例 ('79.1.26)

* NaCl : 31 g, MgSO₄ · 7H₂O : 10 g, NaHCO₃ · H₂O : 0.05 g, 蒸留水 : 1 ℓ

矢田・轟木・沖野・大村湾における海底耕うん時の濁りの舞上りと底層水の性状

る濁りの確認を併せて行なった。底土の舞上りの魚探記録の一例は図4に示した。

濁度は、東邦電探製 FN-5 型水中濁度計、溶存酸素は EIL 社製 1520 型溶存酸素計を用い、それぞれ現場で測定した。

塩分は AUTO LAB 社製誘導型塩分計で測定した。

採水試料は、耕うん前の調査と同一の処理、方法により分析した。

結果および考察

耕うん区域の概要 水深は16~18mで、底質は貝殻混りの泥である。0~3 cmの底土表層(表層泥)の COD および硫化物量は表しに、海底上0.5m層の栄養塩類は表2に示した。

表1 耕うん区域の底質*

調査点	COD (O ₂ mg/g 乾泥)	硫化物遊離態** (Smg/g 乾泥)	全硫化物 (Smg/g 乾泥)	外観
5	44.6		0.54	泥(灰褐色)
9	30.3	0.10	0.54	〃
10	33.9		0.49	〃
11	34.6	0.16	0.65	〃
12	38.1		0.57	〃

1978年11月15日採泥
* 0~3 cmの表層泥
** 0~1 cmの表層泥

表2 耕うん区域の底層水*の栄養塩

調査点	無機態 (μg/l)			合計	無機態磷 (μg/l)
	アンモニア態	窒素	硝酸態		
6	17.5	1.4	5.0	24.0	11.0
8	22.4	1.8	4.1	28.2	11.0
9	16.8	1.4	4.4	22.6	11.4
11	19.6	1.4	4.7	25.7	9.1

1978年11月15日採水
* 海底上0.5m層

CODは30.3~44.6 O₂mg/g 乾泥、全硫化物は0.49~0.65 Smg/g 乾泥(遊離態は0.1 Smg/g 乾泥程度)、栄養塩類は窒素が22.6~28.2 μg/l、磷が9.1~11.4 μg/lであり、底質は水産環境水質基準⁷⁾を上まわっていた。11, 12月の柱状試料では20cmまでは灰褐色であったが、底質の分析値からみると過栄養域⁸⁾にあたるようである。

表層泥の粒径組成は、表3にみられるように、50%以上が63μ以上の粒径で、その大部分は楕円状の粒状になっていた。

表3 耕うん区域の泥粒の粒径組成* (単位:%)

調査点	粒径 (μ)					
	>500	500~250	250~125	125~105	105~63	<63
5	13.5	19.6	13.6	1.5	3.6	48.2
9	20.0	26.7	10.0	1.3	3.1	38.9
10	7.4	19.0	17.8	1.9	5.7	48.2
11	12.7	23.3	18.7	1.7	5.7	37.9
12	9.7	16.1	18.7	1.1	4.2	50.2

1978年11月15日採泥
* 0~3 cmの表層泥、泥粒を壊さないで陶汰法によった

大村湾は干満差が小さく、湾口部を除けば流れは緩やかである。森ら⁹⁾によれば、箕島周辺の15m層で、漲潮時に1.1~1.3 cm/secの北西方向の流れが記録されている。この地点よりさらに湾奥にあたる耕うん区域では、流れはより緩やかなものと推測される。

追跡調査時の概況 水温および塩分は、表層で10.0~10.3°C、33.50~33.53‰、10m層で9.9~10.4°C、33.52~33.57‰、海底上0.5m層で9.9~10.3°C、33.52~33.57‰であり、水深が浅いこともあって、上下層の差はほとんどなかった。

また、風速は0~2 m/secであり、調査が漲潮時であったことから、風や流れによる影響はほとんど

なかったものと思われる。

濁りの舞上 底土の舞上りによる濁度の状況は表4にみられるように、海底上0.5m層（以下 $B_{0.5}$ ）で最大285 ppm、海底上1.5m層（以下 $B_{1.5}$ ）70 ppm、海底上2.5m層で7 ppmであった。海底上3.5m以浅および未耕うん地点の各層は、いずれも計器の検出限界（2 ppm）以下であった。

表4 耕うん時における底層水の濁度
(単位: ppm)

	海底からの距離 (m)		
	0.5	1.5	2.5
最大	285	70	7
最小	50	7	2
平均	117±70	34±18	4±2

1979年1月19日調査

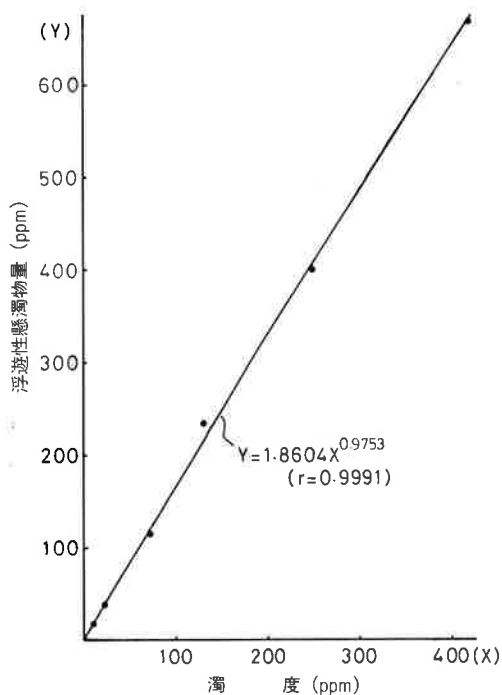


図5 底土懸濁液の濁度と浮遊性懸濁物量との関係

底土試料を用いて測定した濁度計の濁度と浮遊性懸濁物量 (SS) との関係は図5に示した。これから

自然のSSと考えられている3 ppm⁷⁾に対応する濁度を計算すると、約2 ppmとなる。

これらのことと、魚探記録から、底土の舞上りは大略3mと考えられる。

経時変化は、 $B_{0.5}$ と $B_{1.5}$ の2層について追跡したが、図6にみられるように、時間とともに減少している。縦軸 (y) に濁度、横軸 (x) に時間 (分) をとると、 $y = ab^x$ があてはまり、 $B_{0.5}$ では $y = 107.29 \times 0.775^x$ ($r = -0.8816$)、 $B_{1.5}$ では $y = 41.82 \times 0.767^x$ ($r = -0.8289$) となる (1%の危険率で有意)。

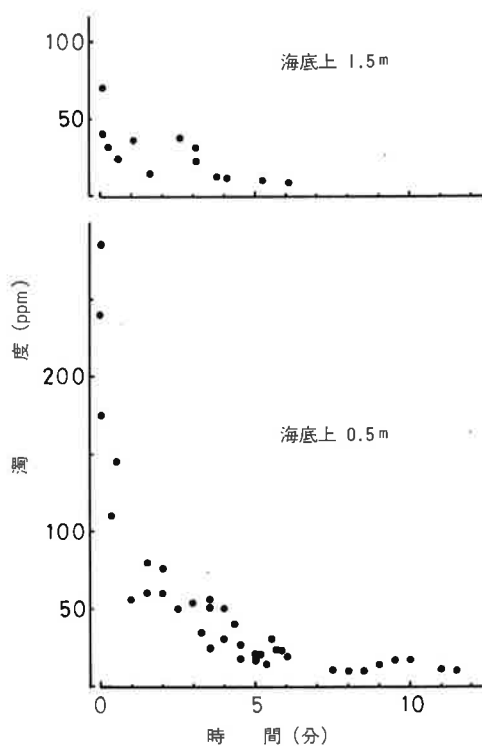


図6 濁度の経時変化

これらの式から2 ppm以下になる時間を試算すると、 $B_{0.5}$ では約16分、 $B_{1.5}$ では約12分となり、信頼限界を考慮しても、 $B_{0.5}$ で約21分、 $B_{1.5}$ で約18分とな

矢田・轟木・沖野・大村湾における海底耕うん時の濁りの舞上りと底層水の性状

る。従って、濁りは比較的短時間で消失することになり、他地区の例³⁾のように、濁りが長時間続くことはないようである。このように、濁りの消失が速いのは、底土が粒状となっているため、舞上りが低く、沈降が速いためと考えられる。

底層水中の溶存酸素量 海底直上から海底上3m層までの酸素飽和度(%)は、表5にみられるように、各層とも3.5~5.5%(0.23~0.36cc/l)の変動はあるが、未耕うん地点に比べて、減少は認められなかった。

表5 耕うん時における酸素飽和度(%)

	海底からの距離 (m)				
	0	0.5	1	2	3
未耕うん時	89.5	90	90	91	91
	88	89	89	91	91.5
	89	88	89	89	89.5
	88	88.5	89	91	91
	91	92	90	90	90
耕うん中	92.5	93	93	94	95
	91	92	92	92	93
	89	92	92.5	93	93
	88.5	90.5	91	91	92
	91	92	92.5	93	94
	90	92	92.5	92.5	93

1979年1月26日調査

これは、12月の採泥試料の色調等から、底土が酸化状態になっていることが考えられ、水温の低いこともあって、酸素の消費があったとしても少なく、他地区のような酸素量の低下³⁾には至らなかったためと思われる。

栄養塩類の増加 B_{0.5}の試水について無機態の窒素(DIN)および磷(DIP)の分析を行ない、その結果を表6に示した。

DINは4.2~17.4 μg/lで、80%以上はアンモニア態窒素(NH₄-N)であった。NH₄-Nは3.3~17.0

表6 耕うん時における海底上0.5m層の栄養塩類

	無機態窒素 (μg/l)			合計	無機態磷 (μg/l)	調査日
	アンモニア態	亜硝酸態	硝酸態			
未耕うん時	3.2	0.1	0.6	3.9	8.6	'79.1.26
	4.9	0.2	0.1	5.3	8.6	
	10.8	0.4	0.8	12.0	10.0	
	8.9	0.2	0.2	9.4	9.1	
耕うん中	8.7	0.3	0.7	9.7	12.7	'79.1.26
	11.8	0.1	0.2	12.1	10.9	
	5.7	0.3	0.7	6.7	11.3	
	17.0	0.3	0.2	17.4	7.3	
	3.3	0.4	0.5	4.2	12.2	
	10.6	0.3	0.4	11.3	11.3	

μg/lで未耕うん地点の値より0.1~13.8 μg/l、平均で5.9 μg/l多くなっている。

DIPは7.3~12.7 μg/lで、未耕うん地点の値より1.3 μg/l少ない時と0~4.1 μg/l多い時があり、平均では1.8 μg/l多くなっている。

表2に示した11月のNH₄-NおよびDIPの変動の巾からみると、両者とも耕うんによる溶出があったことがうかがえる。

表層泥からのNH₄-NおよびDIPの溶出量は、表7にみられるように、試料間に大きな差はなく、NH₄-Nは約4 μg/g乾泥、DIPは約10 μg/g乾泥であった。

表7 表層泥からの栄養塩の溶出量*

調査点	(単位: μg/g 乾泥)	
	アンモニア態窒素	無機態磷
5	4.1	8.1
9	4.2	10.2
10	4.8	10.8
11	3.9	9.3
12	4.6	11.2

1978年11月15日採泥

* 22°C, 10分間振盪

これらの値と、前述の増加量をみると、溶出量の少ないNH₄-Nの増加量が多く、溶出量の多いDIPの増加量が少なかった。

このことは、DIPの溶出量は温度により差があること¹⁰⁾や、底土が酸化状態であることが考えられ、耕うんによる溶出が少なかったこと等が起因していると思われる。

今回の結果は、1水域において、1機種により得られたものであり、今後、水域や機種の差について検討する必要がある。

要 約

1979年1月に、大村湾南部の長与浦外域において、

海底耕うん時の濁り、底層水の性状を追跡し、次の結果を得た。

1. 底土の舞上りは大略3mであり、濁度が2ppm以下になる濁りの消失時間は、海底上0.5mで約21分、海底上1.5mで約18分と推定された。
2. 溶存酸素量の低下は認められなかった。
3. 底土が粒状となっていること等から、懸念された濁り等の影響は軽微であった。
4. 耕うんによる栄養塩の溶出は窒素が多く、燐が少なかった。窒素の80%以上はアンモニア態窒素であった。

終りに、耕うんに際し、種々のご協力をいただいた、大村湾南部漁業協同組合の職員の方々並びに同組合長と支部の方々に謝意を表する。

文 献

- 1) 沢田保夫・谷口宮三郎, 1967: 真珠養殖漁場の養殖海洋学的研究IV, 老化漁場における底質の性状とその改良法の一例について, 国立真珠研報, 12, 1379~1408.
- 2) 大橋徹, 1972: 海底耕うん後の底土変化についてI, 舞鶴湾吉原地先の耕うん, 昭和45年度京都市水試報告, 48~59.
- 3) 和歌山水試, 1979: 海底耕うん機の実用化試験中間報告, 和歌山水試調査研究報告第74号, 18~25.
- 4) 松江吉行, 1961: 水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京, 170~172, 180~184.
- 5) 気象庁, 1970: 海洋観測指針, 日本海洋学会, 東京, 170~184.
- 6) J. D. H. STRICKLAND and T. R. PARSONS, 1965: A manual of sea water analysis, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 47~82.
- 7) 日本水産資源保護協会, 1972: 水産環境水質基準, 5~17.
- 8) 吉田陽一, 1973: 低次生産段階における生物生産の変化, 水圏の富栄養化と水産増殖(水産学シリーズ1), 日本水産学会編, 恒星社厚生閣, 東京, 92~103.
- 9) 森勇・西本福男・桑岡亦好, 未発表: 大村湾箕島周辺潮流調査結果.
- 10) 奥田泰造, 1953: 内湾底土中の可溶性栄養塩について第4報, 底土と海水間における可溶性無機燐の行動に関する一実験, 東北水研報, 5, 79~91.