

流動環境下における漁場環境改善を目的とした 耕耘実験

－佐陀川のシジミ漁場を事例に－

EXPERIMENTAL RESEARCH FOR IMPROVING THE ENVIRONMENT OF
FISHING GROUND UNDER FLOW ENVIRONMENT — A CASE IN THE
FISHING GROUND OF THE FRESHWATER CLAM IN THE SADA RIVER —

瀬戸口喜祥¹・吉村直孝²・五島幸太郎³・大下光明⁴・小田博史⁴・井岡 久⁵
Yoshinaga SETOGUCHI, Naotaka YOSHIMURA, Kotaro GOTO, Mitsuaki OSHITA,
Hiroshi ODA and Hisashi IOKA

¹正会員 博(工) 総合科学株式会社 海域環境部 (〒540-0024 大阪市中央区南新町一丁目4-8)

²正会員 水産修 総合科学株式会社 海域環境部 (〒540-0024 大阪市中央区南新町一丁目4-8)

³水産修 総合科学株式会社 海域環境部 (〒540-0024 大阪市中央区南新町一丁目4-8)

⁴株式会社キューヤマ 環境開発事業部 (〒801-0852 福岡県北九州市門司区港町7-8門司郵船ビル)

⁵島根県農林水産部水産課 (〒690-8501 島根県松江市殿町1番地)

The purpose of this research is to verify whether it should be possible to improve the environment of the fishing ground under flow environment by tilling. This experiment was conducted in the fishing ground of the freshwater clam in the Lake Shinji. The tilling machine used for this experiment moves with the pressure of air. In order to verify this experiment effect, the tilling area and the non-tilling area were set up. The contents of investigation are sediment and the freshwater clam. Investigation was conducted once before the tilling experiment and carried out once after four-month progress of the tilling experiment. The following experiments were checked as a result of comparing a tilling area with a non-tilling area about the contents of investigation. (1) The sediment of the bottom of a river in a tilling area would be in the oxidation state during a fixed period. (2) It came to be soft during a fixed period. (3) It was suggested that growth of the freshwater clam in a tilling area is promoted. The above experiments showed that the environment of the sediment of a fishery had the effect of a certain amount of improvement by tilling.

Key Words : *Tilling, Improvement of environment of the fishing ground, Flow environment, The freshwater clam*

1. はじめに

宍道湖北岸から日本海へ流出する河川である佐陀川(図-1)は、これまで宍道湖の時化時にシジミ漁場として利用されてきたが、夏場の高水温期の貧酸素の影響により、ヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)の生息密度が宍道湖と比較して低く、利用度の低下による漁場としての荒廃が懸念されており、地元漁業者から耕耘による漁場環境改善の要求の声が高まっている。

瀬戸口ら¹⁾が宍道湖内で空圧式耕耘機によって耕耘実験を行い、閉鎖性水域における耕耘効果の有効性を確認したが、河川のような流動環境下における

耕耘効果を検証した例は殆ど無い。

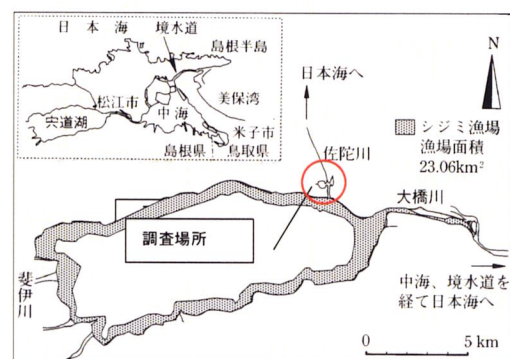


図-1 調査場所²⁾

このような背景を踏まえ、今後佐陀川等の河川内のシジミ漁場において漁場環境改善を目的とした耕耘事業を効率よく実施するために、河川のような流動環境下における耕耘効果を検証する必要がある。

本実験では、空圧式耕耘機（写真-1）によってシジミ漁場となっている佐陀川河床の耕耘を行い、シジミ漁場の再生を目的とした耕耘効果の実証試験を実施し、その効果を検証し、宍道湖とその系統河川を含めたシジミ漁場の再生へ向けての基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験概要

(1) 実験場所

図-2に示す佐陀川橋を起点とする2.5kmの範囲内において、河床の耕耘を行う実験区（③、④、⑦、⑨）と耕耘を行う実験区との比較対照として耕耘を行わない対照区（①、②、③'、⑤、⑥、⑧）を設定した。

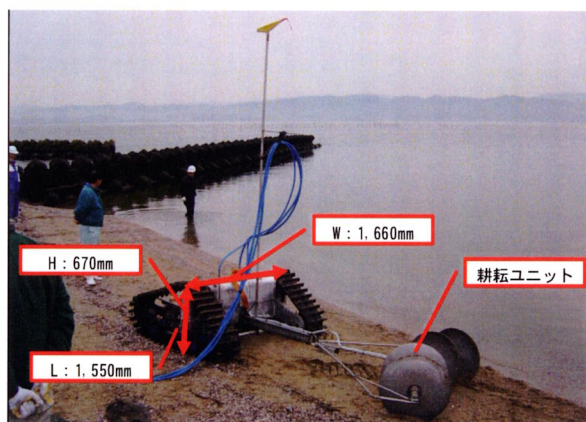


写真-1 空圧式耕耘機

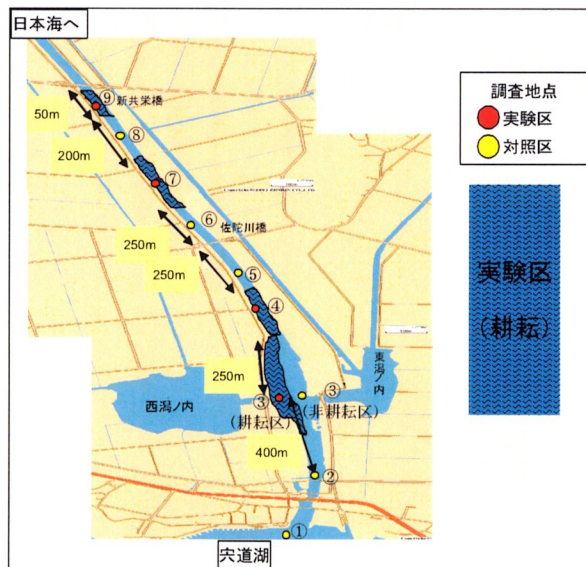


図-2 実験場所

(2) 実験内容及び方法

a) 事前調査

河床耕耘前の河床の現状を把握するために、実験区、対照区において底質及びヤマトシジミに関する調査を行った。調査項目を表-1に示した。

底質調査は各区画の中央1点において行った。河床の堆積状況についての性状観察は柱状採泥器（φ30mm）を用いて、潜水土が採取し、船上で堆積状況を目視観察（泥色、臭気、外観性状等から判断し、各堆積層の厚さを測定）した。貫入抵抗（河床の土壌の硬さ）の測定には山中式土壌硬度計（藤原製作所製）を用い、潜水土が各区画10回測定し、その平均値を用いた。

ヤマトシジミの試料の採取は各区画の中央1点においてエクマンバージ型採泥器（採泥面積：0.02m²）を用いて3回採泥を行い、5mm目と1mm目のフルイによりヤマトシジミを分離（殻高5mm以上と殻高1mm以上5mm未満）し、ヤマトシジミの個体数、湿重量の分析を行った。

表-1 調査項目

区分	項目	調査方法
潜水目視観察	河床環境把握（生物の有無、底質性状）	水中カメラによる記録
底質調査	泥温、泥色、外観性状、混入物、臭気	採泥器による採泥
	河床の堆積状況の観察	潜水土による柱状採泥
	底質硬度（貫入抵抗）	機器測定（土壌硬度計）
ヤマトシジミ調査	ヤマトシジミの簡易分析（個体数、湿重量）	採泥器による採泥

b) 耕耘実験

河床耕耘に使用した機器はキューヤマ製の海底耕耘作業機（サブマリントラクター 小型船用プロトタイプ：写真-1）である。耕耘実験区において、写真-2に示す専用台船（長さ：5m、幅：4m、台船



写真-2 専用台船

高さ：50cm，喫水：最大 25cm，海底耕耘機，海底耕耘機を吊り上げ・降ろし可能なA型フレームクレーン・ウインチ，コンプレッサー，スパット式係船装置，操作盤，GPS を搭載）から海底耕耘作業機の操縦・位置確認を行った．また，海底耕耘作業機は専用台船を曳航しながら耕耘実験区内を耕耘しながら移動した．耕耘回数は1回，耕耘深度を 15cm とした．

c) 事後調査

耕耘実験実施後，約4ヶ月経過した時点で河床耕耘の効果の確認調査を実施した．調査内容及び方法は事前調査と同じとした．

(3) 実験及び調査実施日

実験及び調査実施日を表-2に示す．

表-2 実験及び調査実施日

項目	実施日
事前調査	平成18年 6 月30日～7 月 1 日
耕耘実験	平成18年 7 月 1 日～7 月 2 日
事後調査（耕耘4ヶ月後）	平成18年10月27日～10月28日

3. 結果と考察

(1) 耕耘能力

4箇所（約35,000m²）の河床（約2

日間（稼働時間：約13時間）で耕耘することができ，作業能力を確認できた．耕耘実験直後の潜水調査により深さ約15cmの耕耘痕が確認された．

(2) 底質

a) 柱状採泥（河床の堆積状況）

柱状採泥結果を図-3に示す．各調査点とも河床の表面から，有機物が堆積したと考えられる黄褐色の浮泥層，黒色の砂泥層，粘土層の順で堆積していた．実験区及び対照区における各堆積層の層厚の増加率の平均値（表-3）で比較した結果，浮泥層，砂泥層，粘土層までの深度とも，対照区と比較して実験区の増加率が高かった．

以上のことから，耕耘による物理的攪拌によって，河床の堆積物の内，表層の浮泥層及び砂泥層の層厚，河床面から粘土層までの深度が増加することが確認された．

b) 貫入抵抗

貫入抵抗値を図-4に示す．耕耘前後の各点における貫入抵抗値の変化を比較すると，耕耘を行っていない対照区の一部で耕耘前より河床の土壌がやや硬くなっていることと，実験区と対照区の貫入抵抗値の減少率の平均値の比較において実験区の方が対照区よりその割合が大きかった（実験区：74.2%減少，対照区：38.9%減少）．また，耕耘実験直後に実験区で測定した結果，貫入抵抗値が 0.0kg/cm²であった．

以上のことから，耕耘により河床の土壌を柔らかくする効果があり，その効果が4ヶ月以上持続していたことが示唆された．

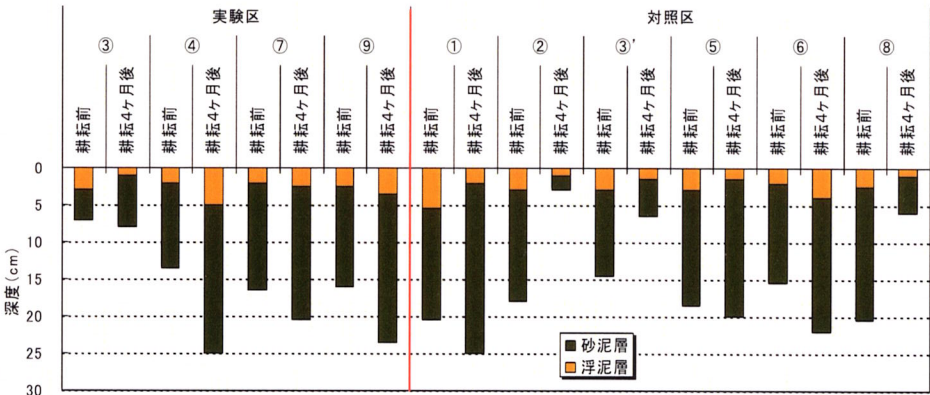


図-3 柱状採泥結果（浮泥層と砂泥層の層厚）

表-3 実験区及び対照区における各堆積層の層厚の増加率の平均値

区分	浮泥層	砂泥層	河床表面から粘土層までの深度
実験区	30.8%	46.4%	33.6%
対照区	18.1%	6.9%	5.1%

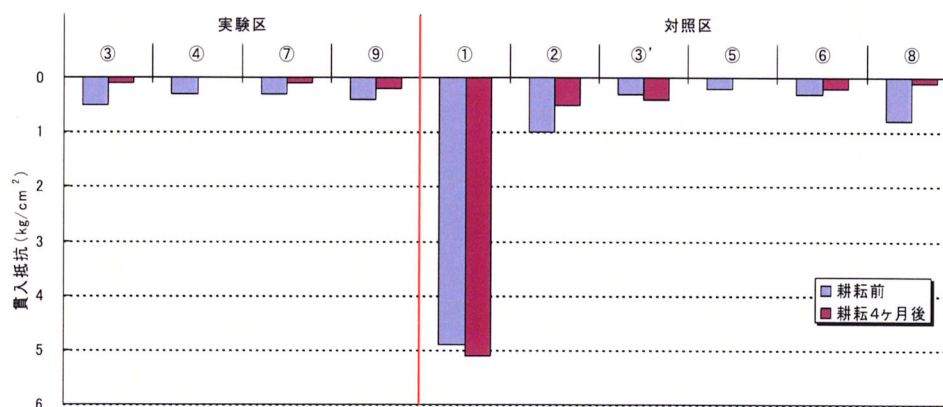


図-4 貫入抵抗値（河床土壌の硬さ）

(3) ヤマトシジミ

a) 個体数

ヤマトシジミの個体数を表-4、ヤマトシジミの個体数増加率を図-5 に示す。殻高 5 mm 以上の個体について、耕耘前と比較して耕耘 4 ヶ月後に個体数が減少した調査点に実験区は無く、特に実験区である調査点④と⑨は 2 倍以上に増加した。殻高 1 mm 以上 5 mm 未満の個体について、耕耘前と比較して耕耘 4 ヶ月後に個体数が減少した調査点に実験区は無く、特に実験区である調査点④では 7 倍以上に増加した。

b) 湿重量

ヤマトシジミの湿重量を表-5、ヤマトシジミの湿重量増加率を図-6 に示す。殻高 5 mm 以上の個体について、

穴道湖内の調査点①と実験区の調査点③を除いて耕耘前と比較して耕耘 4 ヶ月後に湿重量が減少した。殻高 1 mm 以上 5 mm 未満の個体について、耕耘前と比較して耕耘 4 ヶ月後に全ての調査点において増加し、特に実験区である調査点④では 20 倍以上に増加した。

c) 1 個体当たりの湿重量

ヤマトシジミの 1 個体当たりの湿重量を表-6、ヤマトシジミの 1 個体当たりの湿重量増加率を図-7 に示す。殻高 5 mm 以上の個体の 1 個体当たりの湿重量について全ての調査点において減少した。殻高 1 mm 以上 5 mm 未満の 1 個体当たりの湿重量について減少した調査点に実験区は無く、特に実験区である調査点③及び④において約 3 倍に増加した。

表-4 ヤマトシジミの個体数

調査時期		実験区				対照区					
		③	④	⑦	⑨	①	②	③'	⑤	⑥	⑧
5 mm 以上	耕耘前	104	132	89	113	112	159	132	116	113	91
	耕耘 4 ヶ月後	135	293	99	218	147	97	90	126	115	119
1 ~ 5 mm	耕耘前	16	29	96	99	85	26	20	101	90	55
	耕耘 4 ヶ月後	35	207	145	290	285	58	36	87	97	111

単位：個

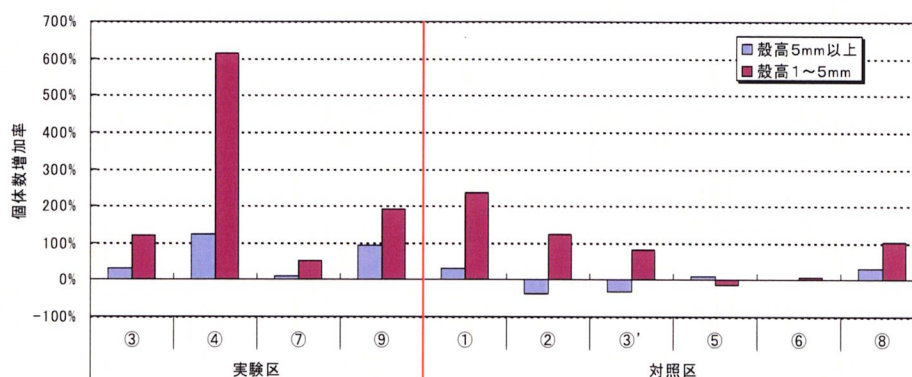


図-5 ヤマトシジミの個体数増加率

表-5 ヤマトシジミの湿重量

調査時期		実験区				対照区					
		③	④	⑦	⑨	①	②	③'	⑤	⑥	⑨
1～5mm	耕耘前	212.6	261.0	118.2	274.3	121.6	404.5	405.0	303.6	197.7	236.7
	耕耘4ヶ月後	226.8	215.2	71.5	120.1	141.1	180.9	189.0	193.5	109.8	68.3
5mm以上	耕耘前	0.5	0.8	3.2	4.7	3.3	2.9	0.7	3.6	3.5	1.6
	耕耘4ヶ月後	3.7	16.3	9.4	16.8	12.7	2.9	2.8	5.5	7.3	6.6

単位：g/0.06m²

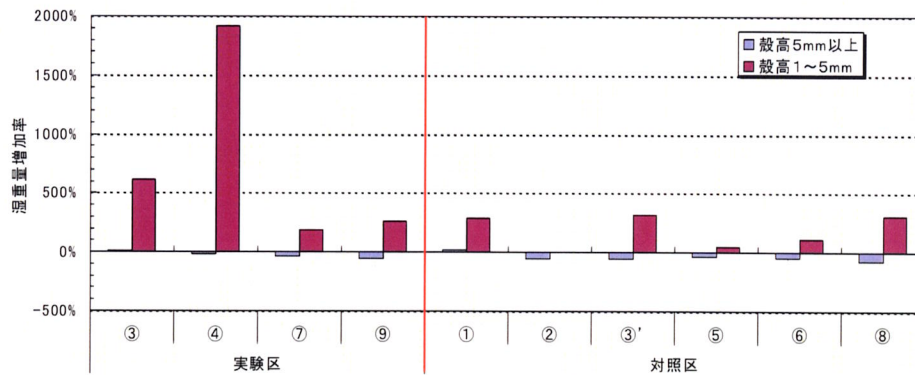


図-6 ヤマトシジミの湿重量増加率

表-6 ヤマトシジミの1個体当たりの湿重量

調査時期		実験区				対照区					
		③	④	⑦	⑨	①	②	③'	⑤	⑥	⑨
1～5mm	耕耘前	2.04	1.98	1.33	2.43	1.09	2.54	3.07	2.62	1.75	2.60
	耕耘4ヶ月後	1.68	0.73	0.72	0.55	0.96	1.87	2.10	1.54	0.95	0.57
5mm以上	耕耘前	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.11	0.03	0.04	0.04	0.03
	耕耘4ヶ月後	0.11	0.08	0.06	0.06	0.04	0.05	0.08	0.06	0.08	0.06

単位：g/個

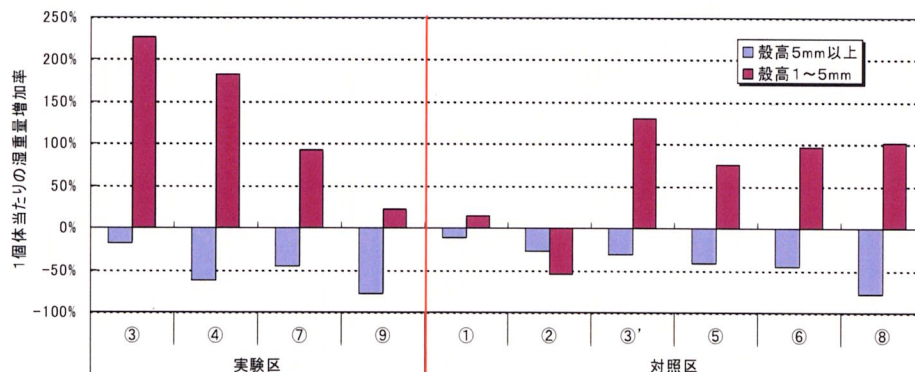


図-7 ヤマトシジミの1個体当たりの湿重量増加率

d) ヤマトシジミに対する耕耘効果

底質及びヤマトシジミの調査結果を実験区と対照区の変化率の平均値で比較した（表-7）。ヤマトシジミの個体数及び湿重量ともに対照区と比較して実験区の方が増加する傾向があり、特に、2006年に発生したと考えられる殻高1mm以上5mm未満の稚貝が対照区と比較して実験区の増加率が高かった。

以上のことから、耕耘によってヤマトシジミの個体数の増加及び湿重量の増加（成長促進）の効果が示唆された。

耕耘によってヤマトシジミの成長促進が示唆できた要因として、対照区と比較して実験区の貫入抵抗値の減少率が高いことから、土壌の軟化が考えられる。宍道湖漁業協同組合のシジミ漁に従事する漁業者にヒアリングしたところ、シジミの好漁場と比較して、シジミがあまり捕れない漁場では、湖底の土壌が硬くなっていることを指摘していることから、耕耘によって土壌が軟化したことが耕耘前と比較してヤマトシジミの成長に好影響を与えたと考えられる。また、ヤマトシジミはシルト・粘土分の含有率が低い場所を好み、最大で殻長の約3倍まで鉛直移動することから²⁾、耕耘による物理的攪拌により、耕耘前と比較して生息可能な浮泥層及び砂泥層（河床表面から粘土層までの深度）が増加したことでヤマトシジミの生息環境に好影響を与えたことも示唆される。

4. おわりに

これまでの考察の結果、耕耘によって以下のような効果が期待できることが示唆された。

- ・ 耕耘は物理的攪拌により、河床の堆積物の内、表層の浮泥層及び砂泥層の層厚、河床面から粘土層までの深度を増加させることができる。
- ・ 耕耘により河床の土壌を一定期間（4ヶ月以上）柔らかくすることができる。
- ・ 耕耘によってヤマトシジミの個体数の増加及

び湿重量の増加（成長促進）の効果の可能性がある。

今回の耕耘実験では、耕耘開始後、底泥が想定以上に軟弱なため、後部耕耘ユニットが底泥に埋もれ、走行性能の低下がみられた。今後、事業化へ向けては後部耕耘ユニットの改良を目的とした実験が必要である。

また、事業の効率化を検討するために、耕耘方法について、耕耘の深さ（砂泥層まで、粘土層まで等）、耕耘回数（1回、2回等）、耕耘時期（浮遊幼生の着底前、夏季、越冬前、越冬中、越冬後等）、耕耘頻度（年間回数）を変えて、それぞれ数ケース実施し、検証する必要がある。

漁場等の底質改善の一技術として耕耘を検討するケースが全国で増えている。耕耘とヤマトシジミのような二枚貝の成長促進との因果関係の詳細についても未解明な部分も多いことから、今後も、多く耕耘及びモニタリングの事例を積み重ね、検証していくことが重要である。

謝辞：実験及び調査に際し宍道湖漁業協同組合の多大なご協力と有益な情報を頂いた。ここに謝意を表す。また、本実験は島根県から委託を受けた「佐陀川耕耘調査業務」の一環として行ったことを付記する。

参考文献

- 1) 瀬戸口喜祥, 吉村直孝, 五島幸太郎, 中西敬, 川島隆寿：閉鎖性水域における漁場環境改善を目的とした耕耘実験 ―宍道湖のシジミ漁場を事例に―, 海洋開発論文集, 第22巻, pp. 373-378, 2006.
- 2) 中村幹雄：日本のシジミ漁業 その現状と問題点, たち書房, 266p, 2000.

表-7 底質及びヤマトシジミ調査結果の実験区と対照区の変化率の平均値の比較

区分	底質調査				ヤマトシジミ調査			
	浮泥層の増加率	砂泥層の増加率	河床表面から粘土層までの深度の増加率	貫入抵抗減少率	殻高	個体数増加率	湿重量増加率	1個体当たりの湿重量増加率
実験区	46.4%	33.6%	74.2%	30.8%	5mm以上	64.0%	-26.6%	-50.9%
					1～5mm	244.1%	744.2%	130.9%
対照区	6.9%	5.1%	38.9%	18.1%	5mm以上	0.3%	-40.7%	-39.1%
					1～5mm	89.0%	178.5%	60.7%