

(57) セルビン, 電気ショッカーを用いた魚類採捕結果の比較
—谷津田域農業水路における現地実験—

Fish sampling characteristics using tubular traps and an electroshocker on
agricultural canals in Yatsu paddy fields

竹村武士*, 小出水規行*, 奥島修二*, 山本勝利**

Takeshi TAKEMURA*, Noriyuki KOIZUMI*, Shuji OKUSHIMA*, Shori YAMAMOTO**

ABSTRACT ; There are many activities that aim to contact with creatures in rural areas. In those activities, there will be many opportunities to sample creatures using simple tools. However, the result will be dealt as only outlines of the area, for example, crude ichthyofauna or identification of specific species. On the other hand, investigation specialists perform are required more detailed information. Then, they use systematic methods and special tools. However, it is not realistic to perform suchlike formal investigation over the country. In this respect, it is significant to analyze a little further result on activities previously stated. We compared fish sampling characteristics using two kinds of tools on a field experiment. Those tools were tubular traps, cheap and easy to obtain, and an electroshocker, very expensive and required legal permission to use.

First, ichthyofauna of test sites grasped by each tool were nearly agreed. However, grasping ichthyofauna by tubular traps required repeated procedure. Second, on analysis of total length of loach, dominant species in test sites, it was tendency that more larger individuals were sampled by tubular traps. Finally, on analysis of loach individuals distribution, there was not quantitative but qualitative relationship between those two.

KEYWORDS ; fish sampling; tubular trap; electroshocker; ichthyofauna; loach

1. はじめに

農業には生産機能のみでなく二次的自然の形成・維持や教育機能等の多面的機能が期待され¹⁾, とりわけ生きものとのふれあいには生命倫理の学習という社会的に重要な役割が認められている²⁾. そして, 農村周辺では手軽な道具類を用いて組織だった生物採捕を行う機会も多いと考えられる. しかし, その結果は多くの場合地区概要の把握という段階, 例えば魚類であれば大まかな魚類相や特定種の生息を確認, といった段階に留まっているのではないだろうか. 一方, 研究機関やコンサルタントが実施する調査には, 上記の情報のみでなく個体の分布状況等の詳細情報も期待される. そのため, 統一された手法, 高価であったり煩雑な使用手続きを要する道具類を用い, 例えば, 採捕努力量を揃えるなどした定量的な調査を行ったりする³⁾. しかし, このような調査を各地で広く行おうとしても費用的, 労力的な問題から容易には行えない. したがって先述のような諸活動における採捕結果を少しでも踏み込んで解析できるならばその意義は大きい.

*農業工学研究所農村環境部 (Dept. of Rural Environment, National Institute for Rural Engineering)

**農林水産技術会議事務局 (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council)

本研究では、魚類を対象として二通りの採捕方法を用いた現地実験を行った。現地実験ではセルビン（別称：モンドリ、ビンドウ等）および電気ショッカーを用いた。セルビンは、安価で、釣具店で店頭販売されるなど入手も容易で、ペット（PET: PolyEthylene Terephthalate）ボトルなどで自作することすら可能である。一方、電気ショッカーは、高い漁獲率を期待できるが、高価で、セルビンのように容易に入手することはできず、また、使用には県知事の特別採捕許可を要する⁴⁾。それぞれは、先述のような諸活動における採捕、研究機関やコンサルタントが実施する調査を想定して用いた。ここでは、現地実験の結果に基づき魚類相や個体数などにみられる関係について検討を行う。

2. 材料及び方法

2. 1 現地実験の実施地区概要

現地実験は千葉県大栄町の下田川（以下、「本川」）に合流する2本の農業水路（以下、「St.1」、「St.2」）で実施した（図-1）。両Stは、後述（表-1）するようにSt.2の一部を除いて土水路で湧水により冬季も水は涸れない。何れも幅100m程の谷津の中央付近を流下し、谷底は水田、休耕田、耕作放棄地が占める。水路に隣接する水田との水位差は数10cm～1m程で水田内に魚影はない。St.1の本川合流部には水位差約45cmの落差（2003年6月、測定時、合流部はφ90cmの暗渠管）があるが、St.2の本川合流部に落差はない。

St内の物理環境を概観すると表-1の通りで、表中のセル番号は図-2に対応させた。このセル区分は、水路縦断方向において水路材料、底質、水面幅、水深、流れ、植生およびその密度の何れかの環境因子が大きく変化する位置に境界を設定し、境界から境界までの環境が均質とみなせる区間を1つのセルとして行った（2002年5月）。また、次節に後述する採捕定点において、2次元電磁流速計を用いて流心部の6割水深位置の流速測定（2002年12月）を行い、St.2の方が流れ

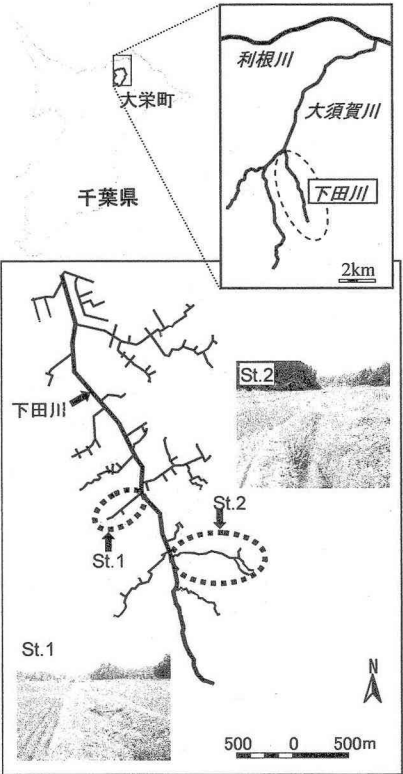


図-1. 現地実験の実施水路

表-1 St 内の物理環境の概観

a) St.1

セル	水路材料	底質	水面幅 (cm)	水深 (cm)	流れ	植生と密度
①	土	砂泥	65	10	平瀬	抽水：低
②	土	砂泥	50	10	平瀬	湿生：中
③	土	砂泥	50	10	平瀬	抽水：高 +湿生
④	土	砂泥	75	10	平瀬	抽水：中
⑤	土	砂泥	75	10	平瀬	抽水：低
⑥	土	砂泥	75	15	平瀬	湿生：中
⑦	土	砂泥	75	10	平瀬	湿生：低

b) St.2

セル	水路材料	底質	水面幅 (cm)	水深 (cm)	流れ	植生と密度
①	高岸コンクリ	砂礫	120	20	平瀬	抽水：低
②	高岸コンクリ	砂礫	120	20	早瀬	抽水：低
③	片岸コンクリ	砂泥	60	30	平瀬	抽水：低
④	土	砂泥	50	25	平瀬	抽水：中
⑤	土	砂泥	50	30	平瀬	抽水：高
⑥	土	砂泥	50	30	平瀬	抽水：中
⑦	土	砂泥	40	40	平瀬	抽水：高
⑧	土	砂泥	70	15	平瀬	なし：一
⑨	片岸木柵	砂泥	70	20	平瀬	抽水：中

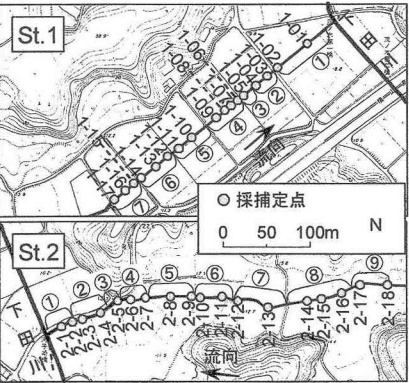


図-2. セル番号（丸囲数字），調査定点および定点番号（定点脇の数字）

が速い (St.1 : $n=16$, $2.4\sim31.5\text{cm/s}$. St.2 : $n=17$, $18.6\sim45.1\text{cm/s}$. t 検定⁵⁾, $p<0.01$) ことを確認したほか, レベル測量を行い平均河床勾配 (St.1 : $1/177$, St.2 : $1/127$) を求めた.

2. 2 採捕定点と採捕の実施

採捕定点は図-2 のように位置を定めた. 以下, 各定点を区別する際は, St 番号および下流側から昇順の番号を割振り, 例えば St.2 の下流側から 5 番目の定点を 2-05 と表記する. 表-2 に最下流の定点を基準 (0m) とする距離および定点の間隔を示す. これらは $1/2,500$ 地形図上の水路沿い距離から求めた.

採捕定点では次のようにしてセルビン, 電気ショッカー (米国スミスルート社製 12B 型) を用いた (図-3).

セルビンは設置の際, 直径約 3.5cm の団子状に丸めた練餌を入れ, 水深が浅くとも入口の $2/3$ 以上が水中に没するよう配慮し, 設置から約 24 時間後に回収した.

電気ショッカーは水中に高圧パルス電流を流す漁具⁴⁾で, 電流によって麻痺した魚を採捕するためのタモ網 (幅 40cm , 目合 2mm) と組合せて用いた. 電気ショッカーは, 区間長 1m あたり通電時間 10sec を目安に用いた. タモ網は, 通電中は電極下流側で流れを遮るように構え, 通電後は底泥ごと魚をすくい取るようにして用いた. 作業後は, 解析時に努力量を揃えることで定量的に採捕個体数を捉えられるよう採捕区間長を記録した.

採捕個体は全て採捕定点, 種, 全長 (5mm 単位) を記録したのちその場に放流した. 現地実験はセルビンを 2002 年 6 月 18~19 日 (St.1, 2 とともに), 電気ショッカーが同 20 日 (St.1), 同 21 日 (St.2) に実施した. 表-3 に実施期間中の平均水温および雨量を示す. 平均水温は本川合流部の近傍に設置したログーの 10 分間隔の記録から, 雨量は最寄りのアメダス佐原観測所 (気象庁提供資料) の時別値から求めた.

3. 結果及び考察

3. 1 魚類相

表-4 に採捕結果を示す. 両 St とともにドジョウを優占種とする魚類相で, ドジョウの他は 4 種ずつが確認された. 以下, 採捕魚種毎にみていく.

St.1 においては, セルビンではドジョウのみが採捕され, 電気ショッカーで採捕されたコイ, フナ類, タモロコ, ホトケドジョウは採捕できなかった. しかし, 別途実施したセルビンによる調査⁶⁾ (2002 年 5-6 月, 8-9 月, 12 月, 2003 年 3 月に実施, 計 16 回, うち 1 回が本現地実験) では,

表-2 採捕定点

a) St.1

定点	距離 (m)	間隔 (m)
1-01	0	0
1-02	48	48
1-03	65	17
1-04	88	23
1-05	104	16
1-06	122	18
1-07	130	8
1-08	138	8
1-09	146	8
1-10	183	37
1-11	202	19
1-12	220	18
1-13	240	20
1-14	265	25
1-15	278	13
1-16	292	14
1-17	309	17

b) St.2

定点	距離 (m)	間隔 (m)
2-01	0	0
2-02	14	14
2-03	28	14
2-04	53	25
2-05	87	34
2-06	98	11
2-07	114	16
2-08	149	35
2-09	168	19
2-10	182	14
2-11	208	26
2-12	230	22
2-13	270	40
2-14	318	48
2-15	335	17
2-16	362	27
2-17	388	26
2-18	423	35

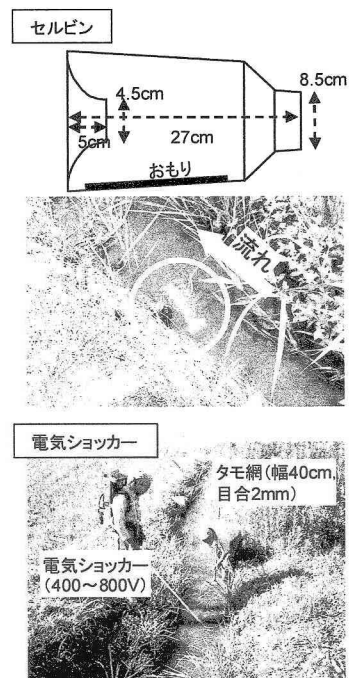


図-3. セルビンと電気ショッカー

表-3 平均水温と雨量

期間	平均水温 (°C)		雨量 (mm)
	St.1	St.2	
06/18-06/19	18.9	17.7	76.0
06/19-06/20	22.0	—	0.0
06/19-06/21	—	23.3	14.5

今回電気ショッカーでもわずか1個体を採捕したのみのコイを除けば、フナ類、タモロコ、ホトケドジョウとも採捕できている。

St.2においては、電気ショッカーでもわずか4個体を採捕したのみに留まったホトケドジョウを除けば、セルビンと電気ショッカーで採捕魚種は一致した。なお、ホトケドジョウも前述の調査においては採捕できている。

以上のように、セルビンによる調査は1回では採捕しきれない種が複数あった。一方、前述の調査においては、セルビンの設置・回収を多数回繰り返すことによって、本現地実験における電気ショッカー調査とほぼ一致する魚類相を得ており、適用条件等の不明点は多々あるものの、セルビンによる魚類相把握の難しさの一方でその利用可能性も示唆された。

さて、本現地実験における採捕魚種の多くはドジョウに占められた(表-4. St.1でセルビン:100%, 電気ショッカー:94%, St.2でセルビン:95%, 電気ショッカー:65%。各割合は個体数ベース)。そこで、以下では対象をドジョウに絞り解析する。

3. 2 ドジョウの成長段階別個体数の比較

図-4にドジョウの成長段階別個体数(総計)を示す。成長段階は田中^{7), 8)}を参考とした小出水ら⁹⁾に準拠し、全長6cm未満を仔・稚魚, 6cm以上9cm未満を未成魚, 9cm以上を成魚とした。St.2のセルビンの結果を除くと、仔・稚魚が採捕個体の大半を占めている。これは、本流域下において各水路の個体群の密度変動が当歳魚に支配され、繁殖期が概ね6~8月であると考えられる⁹⁾ことから妥当な結果である。

一方、St.2のセルビンの結果が他と異なった理由には以下のことが考えられよう。一つには、St.2におけるセルビンの全採捕個体の全長が、平均値 6.4cm (標準偏差 (以下、「SD」) 1.4cm)、中央値 6.0cm、最頻値 5.5cmを示すなど多数個体が仔・稚魚と未成魚の境界である全長6cm付近を示し、わずかな全長の違いで未成魚に区分される個体が多かったことによる影響、二つめには、St.1よりも流れが速いSt.2では下流からセルビン内へと遡上、侵入するにはより強い遊泳力を要するため小型個体が侵入しにくいのであろうこと等が推察される。なお、St.1においてもセルビンで平均値 3.9cm (SD1.3cm)、電気ショッカーで同 3.5cm (SD1.3cm)とわずかながら違い (t 検定, $p<0.01$) がみられ、実験時の降雨(表-3)により電気ショッカー実施時よりもセルビン実施時の方が流れが速く、そのことが先の二つめの理由のように影響した可能性も示唆される。したがって、同一条件下での全長組成の違いを述べることはできないが、本現地実験の実施条件下においては電気ショッカーに比べてセルビンでは小型個体が採捕されにくい状況にあったと考えられる。

3. 3 ドジョウ個体数の比較

定点毎のドジョウ採捕結果を図-5に示す。電気ショッカーについては定量的に評価できるよう採捕個体数を区間長で除し、単位長あたりの密度で示した。図をみると、St.1では分かりづらいが、St.2では電気ショッカーの結果を上流(左)に移動させるとセルビンの結果に近づくようである。そこで1定点分だけ電気ショッカーの結果を上流に移動させてみた(図-6)。すなわち、例えば元々1-01における電気ショッカーの結果であったものを1-02における結果として扱い、これと1-02におけるセルビンの結果を対比したのである。

表-4 採捕結果

魚種	スナヤツメ <i>Lethenteron reissneri</i>	コイ <i>Cyprinus carpio</i>	フナ類 <i>Carassius spp.</i>	タモロコ <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	ホトケドジョウ <i>Lefua echigonia</i>	トウヨシノボリ <i>Rhinogobius sp. OR</i>
St.1	セルビン ショッカー	0 0	0 1	0 7	0 32	554 1762	0 81
St.2	セルビン ショッカー	5 17	0 0	0 0	3 225	190 495	0 4

数値は個体数

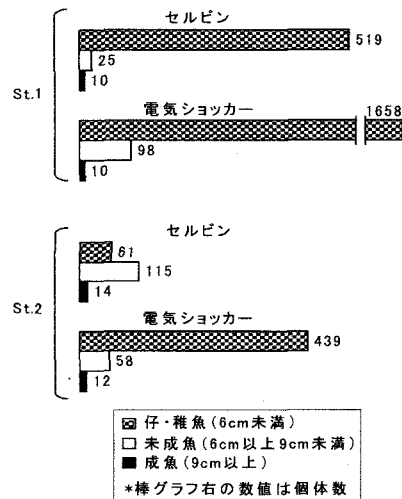


図-4. ドジョウの成長段階別個体数

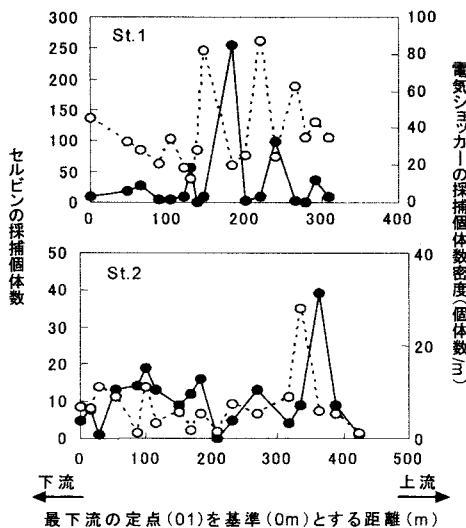


図-5. セルビンの採捕個体数と電気ショックアの採捕個体数密度—魚種：ドジョウ—

図をみるとセルビンの結果は多い、少ないの変動幅が大きく、その結果から直ちに個体数を定量的に評価することは難しいが、定性的には、すなわち多い、少ないの傾向自体は電気ショックアの結果に近いものを得ているようである。以下では、感覚的に捉えられたこの定性的傾向についての統計的評価を試みる。

図-7は、図-6に用いたセルビンの採捕個体数、電気ショックアの採捕個体数密度のデータに、少ない方から順位づけを行い散布図にプロットしたものである。両 St.とも点鎖線で囲ったようにセルビンの順位が下がる（採捕個体数が多くなる）と電気ショックアの順位が下がる（採捕個体数密度が大きくなる）という傾向がみられる。点線で囲ったのは一部その傾向から外れるものである。外れた理由は明らかではないが、例えば図中左上の点線囲いのデータは、回収時セルビン

入口が浮上気味で設置の不十分さの影響と推察されるなど何らかの理由によると考えられる。点線囲いのデータを除外すると、スピアマンの順位相関係数¹⁰⁾は St.1 で 0.921（スピアマンの順位相関検定、 $n=14$, $p<0.001$ ）、St.2 で 0.715（同、 $n=15$, $p<0.01$ ）であり、傾向から外れるデータを上手く処理できればセルビンと電気ショックアの間には高い相関を見出せ、特に St.1 では極めて高い相関がみられることがわかった。

3. 4 セルビンのドジョウ採捕結果における下流側の影響

電気ショックアとの統計的に有意な相関関係（図-7）から、セルビンは、設置される定点の下流側の個体数密度をよく表している、すなわちセルビン設置以前には電気ショックアでみられたような個体数密度で個体が分布しており、設置後その下流側の個体が練餌に誘き寄せられるなどした結果を示していると考えられる。この場合、セルビンの採捕結果における下流側の影響範囲はどの程度であろうか。高い相関関係を得た

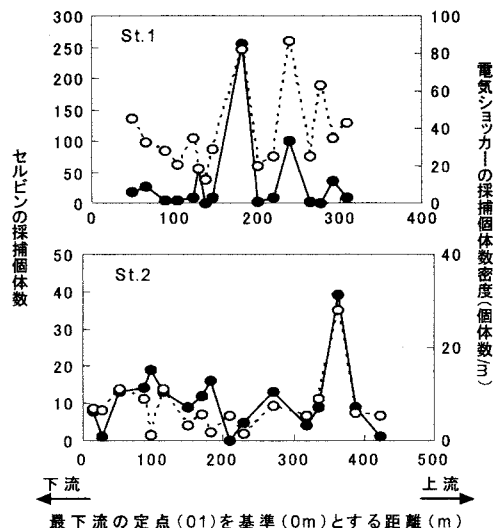


図-6. セルビンの採捕個体数と電気ショックアの採捕個体数密度（電気ショックアを1定点分上流側に移動）—魚種：ドジョウ—

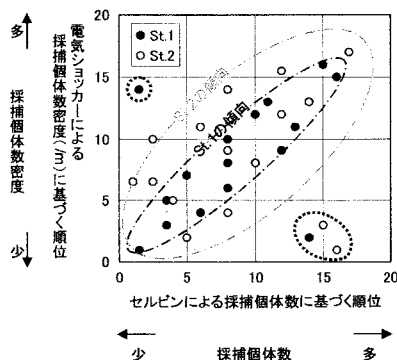


図-7. セルビンによる採捕個体数、電気ショックアによる採捕個体数密度に基づく順位の関係—魚種：ドジョウ—

St.1 (図-7 中の点線囲いデータを除く, $n=14$) を対象に次のような検討を試みる。①定点における個体数密度は電気ショッカーによる採捕個体数密度で表されている。②任意位置における個体数密度は、その直上流および直下流の定点における個体数密度を距離に応じて比例配分して求まる。③これら 2 点を仮定し、定点位置およびその下流側について 5m 間隔で個体数密度を求め、それらと定点位置におけるセルビンの採捕個体数との相関をスピアマンの順位相関係数でみる。

図-8 に結果を示す。図にはスピアマンの順位相関検定における $p=0.01$ および 0.05 の有意限界値¹⁰⁾ も示した。図をみると、定点から下流へと離れるにしたがい相関が急激に高くなり、そして 20m 地点でピークを示し、その後急激に下がっている。有意な相関がみられるのは定点から下流側 10~30m 程の範囲である。ただし、用いたデータにおける定点間隔の平均値が 22.1m (SD9.6m) で相関のピーク 20m と同程度であること、平均値±SD は有意な相関を示した範囲と同程度であることにも留意が必要であろう。したがって、ここでは下流側の影響範囲を一概にいうことはできないが、セルビンの結果は採捕定点から 10m 以遠の個体数密度に影響を受けたこと、下流側の定点よりもさらに下流の影響は小さかったことが推察される。

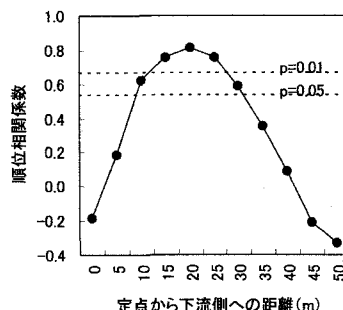


図-8. セルビン採捕個体数に及ぼす定点下流側における個体数密度の影響—魚種：ドジョウ—

4. おわりに

本研究では、現地実験によりセルビンと電気ショッカーの採捕結果を比較した。現地実験の結果ならびに別途実施のセルビンによる多数回の繰り返し調査の結果、適用条件等の不明点は多々あるが、セルビンによる魚類相把握の難しさの一方でその利用可能性も示唆された。また、現地の優占種となったドジョウを対象として、個体数密度の分布に関して解析し、定性的ではあるもののセルビンの採捕結果が電気ショッカーの採捕結果に対して高い相関をもつことを明らかにした。一方、ドジョウの個体数密度分布においては一部相関から外れるデータの発生が起こりうるため注意が必要であることも明らかとなった。

本現地実験は限られた条件下で実施されたものであり、今後はその結果得られた上述のことに関し、例えば、適用可能な種、水路、水理条件等、その適用範囲を明らかにすることや精度の向上が課題となろう。

謝辞

千葉県佐原土地改良事務所、大栄町農政課、両総土地改良区、北総東部土地改良区より貴重な資料を提供頂いた。(株)日本海洋環境調査事業部の方々にご協力頂いた。記して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 総理府 (現内閣府)：農産物貿易に関する世論調査，2000。
- 2) 日本学術会議：地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について，2001。
- 3) 例えば、関東農政局両総農業水利事業所、農村環境整備センター：平成 12 年度大須賀川排水路環境整備検討委託業務報告書，関東農政局両総農業水利事業所，2000。
- 4) 石田力三：一般的な調査方法，玉井信行・水野信彦・中村俊六編 河川生態環境工学，1993。
- 5) 石村貞夫：すぐわかる統計解析，東京図書，1993。
- 6) 竹村武士・小出水規行・奥島修二・山本勝利：農業水路におけるドジョウの行動範囲に関する基礎研究，河川技術論文集，第 10 巻，2004。
- 7) 田中道明：水田周辺の水環境の違いがドジョウの分布と生息密度に及ぼす影響，魚類学雑誌，vol.46，1999
- 8) 田中道明：水田とその周辺水域に生息するドジョウ個体群の季節的消長，日本環境動物昆虫学会誌，vol.2，2001。
- 9) 小出水規行・竹村武士・奥島修二・山本勝利・相賀啓尚：谷津田域における農業排水路環境と生息魚類の現地調査，農業工学研究所技報，第 203 号，2005。
- 10) 石村貞夫：統計解析のはなし，東京図書，1989。