

農業工学研究所技報

第201号

目次

農地法面の崩壊・侵食事例と圃場の造形成態の特徴 古谷 保・小倉 力・中尾誠司・加藤 敬	1
生態系調和型生産調整としての野鳥観察田の環境便益 -農村計画における選択型コンジョイント分析の利用(2)- 合崎英男・守山 弘	13
中山間地域の農地基盤情報のオンサイトデータ更新システムの開発 山本徳司・安中誠司	23
小水路の物理環境とメダカの郡泳について(流速と底質を環境因子とした実験から) 竹村武士・小出水規行・奥島修二・山本勝利・加藤 敬	37
デジタル航空センサーADS40によるデジタルオルソ画像と標高データの位置精度 福本昌人・島 武男・小川茂男・上杉晃平	47
地下水人工かん養効果の判定手法の評価 石田 聡・今泉眞之・土原健雄・森 一司・轟木良則	55
北海道東部の低層湿原の水循環-濤釣沼を例として- 土原健雄・石田 聡・二平 聡・今泉眞之	65
平地湖に流入する鹿島台地流域の水収支特性 松田 周・増本隆夫・久保田富次郎・吉村亜希子	81
チャオプラヤデルタ上流東岸域における水配分計画と実際の水利施設操作の改善(英文) -タイ国水管理システム近代化計画における活動- 柚山義人・ARULVIJITSKUL Pongsak・塩田克郎・鬼丸竜治・中沢 昇・藤崎隆志	93
利根川の異常渇水管理のための簡易流量予測法 増本隆夫・袁 新・相澤頭之・久保田富次郎・松田 周	125
農業副産物由来の炭化物利用について(英文) マーシャル E. ウェイン・凌 祥之	137
農業用排水路流着ゴミとその炭化物の諸特性 齋藤孝則・凌 祥之・山岡 賢	147
ヘチマの植栽水路における水質浄化機能について 長谷部 均・吉永育生・馮 延文・小山 純	157
地すべりブロック内におけるため池の浸透防止工による地下水流動の変化 奥山武彦・黒田清一郎・中里裕臣・長束 勇	165
電気探査連続測定システムによる地盤環境モニタリング 中里裕臣・黒田清一郎・奥山武彦・朴 美京・金 喜俊・轟木良則	173
簡便な軟質基礎地盤の非線形弾性特性評価法 田頭秀和・安中正実・向後雄二・増川 晋	183

平成15年3月



独立行政法人農業工学研究所

農業工学研究所技報 第 201 号

理 事 長	佐 藤	寬
理 事	安 養 寺	久 男
企 画 調 整 部 長	宮 本	幸 一
總 務 部 長	加 藤	重 一
農 村 計 画 部 長	工 藤	清 光
農 村 環 境 部 長	袴 田	共 之
地 域 資 源 部 長	大 西	亮 一
農 地 整 備 部 長	執 行	盛 之
水 工 部 長	端	憲 二
造 構 部 長	竹 内	睦 雄

編集委員会

編集委員長

委 員

宮 本	幸 一
國 光	洋 二
上 村	健 一 郎
増 本	隆 夫
友 正	達 美
丹 治	肇
谷	茂
前 田	榮 一

TECHNICAL REPORT OF THE NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING

No. 201

SATO Hiroshi	President
ANYOJI Hisao	Executive Director
MIYAMOTO Koichi	Director, Department of Program Management and Coordination
KATO Shigeichi	Director, Department of General Affairs
KUDOU Kiyomitsu	Director, Department of Rural Planning
HAKAMATA Tomoyuki	Director, Department of Rural Environment
OHNISHI Ryouichi	Director, Department of Regional Resources
SHIGYO Moriyuki	Director, Department of Agricultural Environment Engineering
HATA Kenji	Director, Department of Hydraulic Engineering
TAKEUCHI Mutsuo	Director, Department of Geotechnical Engineering

EDITORIAL BOARD

Chairman : MIYAMOTO Koichi
Editor : KUNIMITSU Yoji
KAMIMURA Ken-ichiro
MASUMOTO Takao
TOMOSHO Tatsumi
TANGI Hajime
TANI Shigeru
MAEDA Eiichi

小水路の物理環境とメダカの群泳について (流速と底質を環境因子とした実験から)

竹村武士*・小出水規行*・奥島修二*・山本勝利*・加藤敬**

	目次		次
I 緒言	37	IV 結言	44
II 材料および方法	37	参考文献	44
III 結果および考察	40	Summary	45

I 緒言

メダカ (ニホンメダカ *Oryzias latipes*) は、その属名に示されているように、かつて水田周辺に数多く生息し、水田地域を代表する魚類であった。ところが、近年急激に減少し、1999年にはレッドリスト(改訂版)の絶滅危惧II類に指定された(環境省, 2002 閲覧)。メダカの減少は、かつて普通にみられた生物が普通でなくなるような環境の変化が水田地域に生じてきたことを示す。メダカをはじめとする魚類の生息環境の変化の一つとして、水路と水田の間の高落差によるハビタットの分断化が指摘され(片野, 1998)、水田と水路の間に設置する魚道の研究が精力的に進められている(端, 1999; 端, 2000; 鈴木ら, 2001)。

しかし、メダカの減少には、水田と水路の分断化だけでなく、水路環境の変化も強く影響していると考えられる。水田に隣接したような末端の小さな水路(以下、「小水路」)では、コンクリート素材の利用や直線化、単断面化などにより、流速や底質などの物理環境が大きく変化している。魚体の小さなメダカにとって、流速の増大や植生の欠如は、小水路をハビタットとして利用する上での障害となるであろう。

メダカは産卵や成長に応じて移動・分散を繰り返す。その際、水田に直接つながる小水路は、規模は小さいものの、メダカによる利用が可能な重要な空間である。メダカによる空間の利用可能性を考える場合には、常に「群」を形成して行動するという習性と、流速の増大など空間の物理環境に対する抵抗性、さらには底質の違いなど異なる環境に対する選好性を同時に考慮することが

必要である。

そこで本研究では、メダカの群による小水路の利用可能性を検討するため、物理環境と群泳の関係について2つの実験を行った。実験1においては、流速条件に対する群形成の抵抗性を明らかにした。実験2においては、群としての底質条件に対する選好性を解明した。

II 材料および方法

供試魚

実験1、2に共通して、農業工学研究所内の実験水田において繁殖するメダカを使用した。実験では、魚体サイズの相異が群泳に影響しないよう、体長約2.5cmの成魚を選択して用いた。実験中は、同一個体を2回以上供試しないように配慮した。

実験1：流速条件に対する抵抗性

a 実験水路

水路部延長299cm、幅20cm、高さ32cmの亚克力製水路を用い、水路底には厚さが13cmになるまで細砂(豊浦標準砂*1)を敷き詰めた(Fig. 1)。水路下流端には、供試魚の流失を防止するためのナイロンネット、水深を調整するための可倒式のゲートを設置した。

水路の通水システムは循環型とした。流量を調整できる小型ポンプを用いて、下流端直下の受水槽の水を上流端の水槽に送り込んだ。

b 実験方法

実験では、水路上流端から下流端(ナイロンネット最奥部)までをメダカが往き来可能な一つの遊泳空間と考えた。実験におけるすべての流速の設定値には、水路中央部(Fig. 1)の水深とポンプ流量から求められる断面平均流速を用いた。

*農村環境部生態工学研究室

**農地整備部 首席研究官

平成14年11月25日受理

キーワード：メダカ、ハビタット、小水路、物理環境、流速、底質、抵抗性、選好性

*1 山口県豊浦産の天然けい砂で粒径のそろった細砂

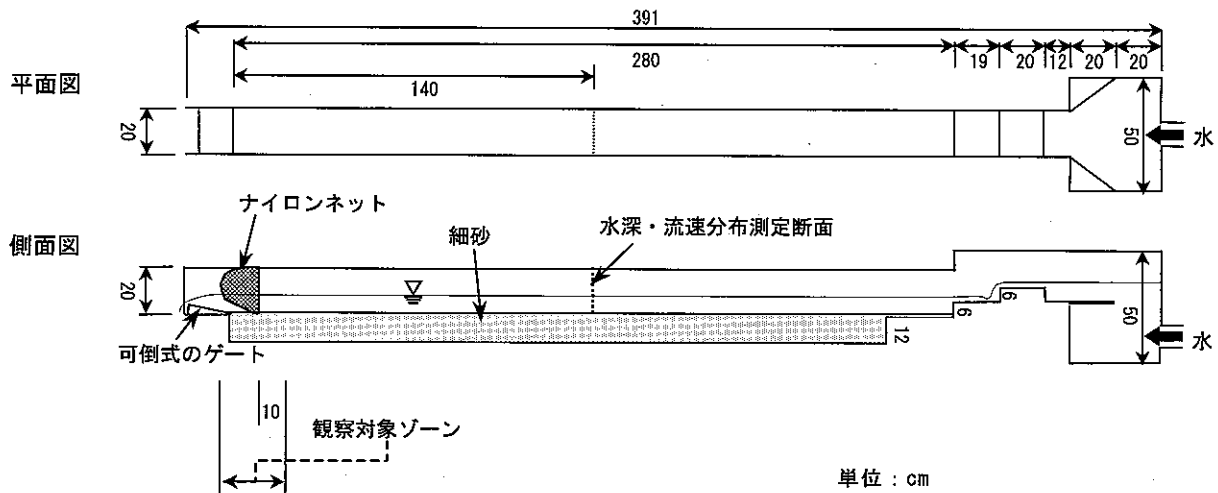


Fig. 1 実験1におけるアクリル製模型水路
An acrylic channel for experiment 1

また、実験における流速条件と観察領域を決定するため、種々の流速におけるメダカの行動を予備的に観察した。その結果、流速が 2cm/s 程度では、供試したメダカは上記の遊泳空間全体を自由に群泳した。一方、流速が 5cm/s 程度を越えると、遊泳空間下流側のナイロンネット付近で群泳する現象が多く見られた。

以上の予備的な観察により、実験における流速条件としては、5cm/s 以上を設定すれば、メダカの遊泳力に個体差が生じて、群形成への影響が見られるものと考えられた。また、下流端からナイロンネット上流 10cm までの区間 (以下、「観察対象ゾーン」、Fig.1) を対象に観察を行えば、群泳行動の可否を把握できることが明らかとなった。

実験における流速は、次のように設定した。ここでは、5cm/s 程度を下限とし、(a)5cm/s、(b)10cm/s、(c)12cm/s、(d)15cm/s、(e)20cm/s の 5 ケースを設定することとした。ケース(c)は、10~15cm/s の間に、メダカの群泳行動に大きな違いが見られたため加えた。

供試魚の個体数は、各ケースともに 20 個体とした。メダカの放流は、流速を調整後、水路中央部から行った。

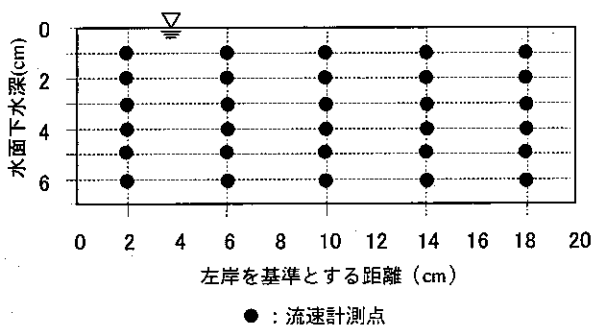


Fig. 2 水路中央部の断面における流速計測点
Measured velocity points of middle cross section of experimental channel

放流後の行動については、上流側からの観察対象ゾーンへの移動 (以下、「下流移動」)、観察対象ゾーンから上流側への移動 (以下、「上流移動」) がわかるように、水路側方からビデオにより記録した。各ケースの記録時間は、巡航速度 (比較的長時間疲労せずに遊泳できる速度) の計測時間 (塚本、1993) にしたがって、60 分間とした。

各ケースの記録後、水路中央部において、横断方向 5 測線、水深方向 6 点について流下方向の流速を測定した (Fig. 2)。測定には、電磁流速計 (東京計測 SF-5511、SFT-200-05X) を用いた。

各ケースの水深、水温などの条件は、同一となるように設定した。実験時の断面平均流速は概ね各ケースの設定目標値に近い値となった (Table. 1)。

Table. 1 実験条件
(実験 1 : 流速条件に対する抵抗性)
Condition of experiment 1

ケース	流量 (l/s)	水深 (cm)	断面平均流速 (cm/s)	水温 (°C)
(a)	0.96	7.3	6.7	22
(b)	1.48	7.3	10.2	23
(c)	1.66	7.3	11.4	23
(d)	2.35	7.3	16.1	23
(e)	3.42	8.4	20.4	21

実施日は、2000年12月23日~25日

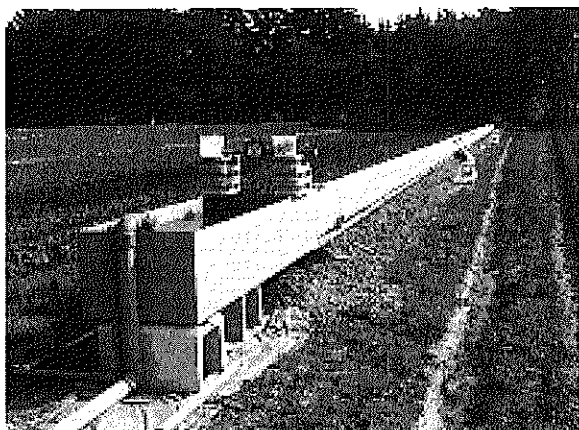


Photo. 1 実験2におけるコンクリート製水路
A concrete channel for experiment 2

実験2：底質条件に対する選好性

a 実験水路

農業工学研究所内の圃場に造成した延長50m、天端幅30cm、高さ30cm、勾配約1/1000、上流端に三角堰を設置したコンクリート（BF300）製水路を使用した（Photo. 1）。実験水路の通水システムは非循環型で、所内の貯留水をパイプラインによって供給した。流量の調整は、パイプライン末端のバルブを開閉して行った。

b 実験方法

一般に、幅数十cm程の小水路では、底質条件の相異として、泥等の堆積や植生の繁茂の有無が想定される。そこで本実験ではこれら泥、植生の有無を想定した以下の4つの実験区を設けた。

- ①擬似植生区：擬似植生として、鉛板を巻いた割箸11本を配置した実験区（底質はコンクリート）
- ②擬似植生+泥底区：擬似植生11本と水田の泥（2cm厚）を配置した実験区
- ③泥底区：水田の泥（2cm厚）を底部に敷いた実験区
- ④対照区：細工の無い実験区（コンクリート底）

各実験区は各々180cmとし、目合い1.25mmの金網を仕切として設置した。各実験区の内部は、上・下流区間各々1/3（長さ60cm）を細工のない対照区間とし、中流区間1/3を上記の細工を施す区間とした（Fig.3、Fig.4、Photo.2）。本実験では、1本の直線水路に直列に4つの実験区を設置した。このため、上流側からの相対的な位置（以下、「相対位置」）がもたらす流れの違い（実験区境界の金網による流れの堰上げ）や不確定要素（例えば、泥の匂い）による影響が予測された。そこで、本実験では、各実験区の相対位置を入れ替えた4つのケース（以下、ケース(i)~(iv)）を設定した（Fig.5）。

また、群としての選好性を検討するため、実験1の結果を踏まえて、流速は、断面平均流速が群泳可能な10~15cm/s以下となるように流量を調整した。

実験は2001年8月下旬の晴天時に行い、1日1ケースを実施した。観察は目視可能な午前8時から午後5時

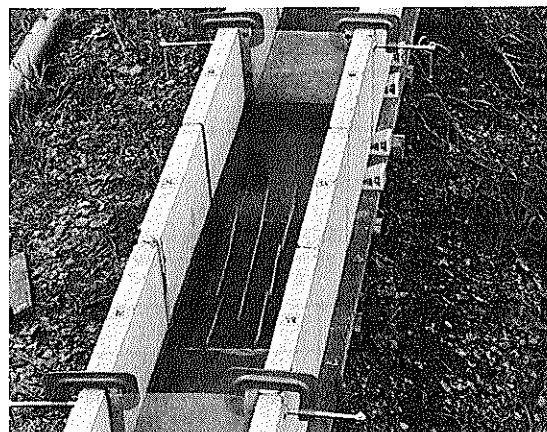


Photo. 2 擬似植生+泥底区
An experimental section of spurious vegetation and mud

頃までとし、各ケースの手順は以下にしたがった。

- ①各実験区の設置
- ②水路への通水（約3l/s）および三角堰による流量計測
- ③実験開始前における各実験区の水深計測および断面平均流速の算出

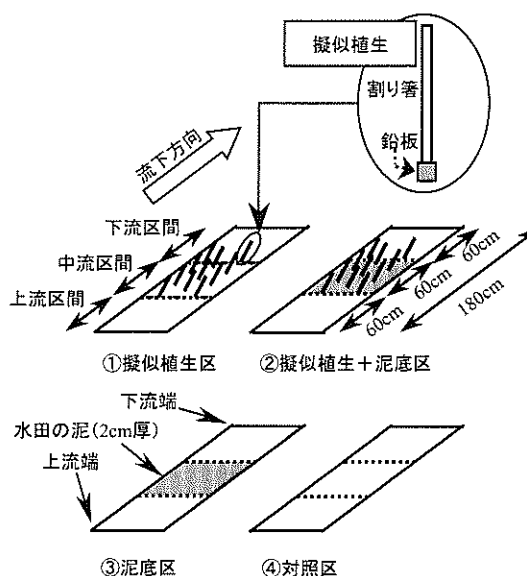


Fig. 3 実験区の種類
Types of experimental sections

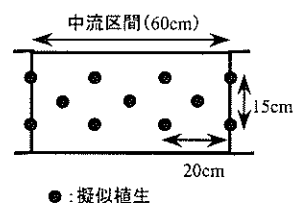


Fig. 4 擬似植生の配置
Positions of spurious vegetation

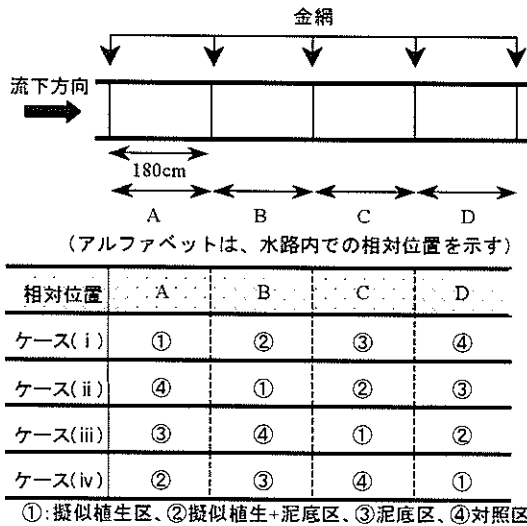


Fig. 5 実験区の相対位置
Relative positions of experimental sections

- ④実験区のそれぞれに、メダカ 20 個体を上・下流端から 10 個体ずつ放流
- ⑤30 分~1 時間間隔で、個体を驚かさないうように、それぞれの実験区における上流区間、中流区間、下流区間の分布個体数を目視により観測
- ⑥実験終了後における各実験区の水深計測及び断面平均流速の算出

観測記録の解析については、何れの区間にメダカが集中しているかの検討を、上流区間、中流区間、下流区間の各区間に対する群の利用回数に基づいて行った。群の利用区間は次の方法により判断した。一つ一つの観測記録ごとに、上流区間、中流区間、下流区間のうち、何れか一区間への分布個体数が有意に大きいと認められる観測記録を有意水準 5% の χ^2 検定により抽出した (Fig. 6)。これにより有意に個体数が多い区間を、メダカの群が利用しているものと判断した。 χ^2 検定により有意に個体

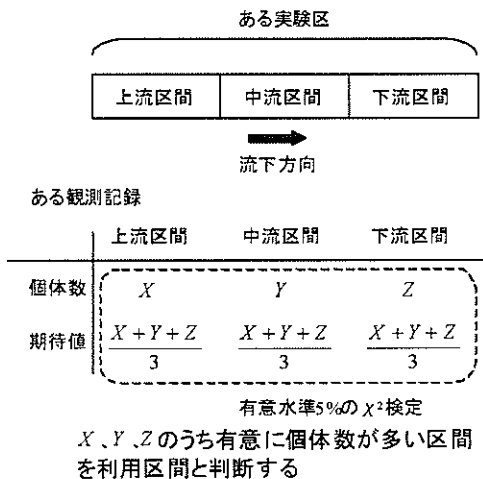


Fig. 6 群の利用区間の判断方法 (χ^2 検定)
Decision of used section by χ^2 -test

Table.2 実験条件
(実験 2 : 底質条件に対する選好性)
Condition of experiment 2

	配置	相対位置*				備考
		A	B	C	D	
ケース(i)	①	②	③	④	観測回数: 13 水温: 27.8~28.5°C	
	水深** (cm)	11.2	10.7	9.5		8.4
	流速** (cm/s)	10.2	10.6	12.0		13.6
ケース(ii)	④	①	②	③	観測回数: 18 水温: 27.5~28.6°C	
	水深 (cm)	13.3	12.6	11.9		9.7
	流速 (cm/s)	8.1	8.6	9.2		11.6
ケース(iii)	③	④	①	②	観測回数: 11 水温: 27.3~28.0°C	
	水深 (cm)	10.4	9.5	8.7		7.5
	流速 (cm/s)	10.6	11.7	12.7		15.1
ケース(iv)	②	③	④	①	観測回数: 11 水温: 27.1~27.3°C	
	水深 (cm)	11.6	10.5	9.4		7.7
	流速 (cm/s)	8.8	9.7	10.8		13.4

①: 擬似植生区、②: 擬似植生+泥底区、③: 泥底区、④: 対照区
*相対位置は、水路内の各実験区的位置 (Fig. 5) を示す。
**上段がケース開始時、下段がケース終了時 (金網の目詰まりにより開始時と終了時で異なる)。

数が多い区間が認められなかった場合は、群が形成されていないものと判断した。

各ケースの実験区に関する各種計測値を Table. 2 に示す。流速については、概ね目標付近に設定できたと考えられる。なお、水深は各実験区の上・下流端で計測し平均したものである。

III 結果および考察

実験 1 : 流速条件に対する抵抗性

ビデオによる記録からメダカの行動に次の二つの傾向がみとめられた。

第一の傾向は、流速によって遊泳する水深が異なることである。一般的にメダカは、流れが止水に近ければ水面付近を遊泳することが多い。一方、本実験では流速が速くなるにしたがい、次第に水路底付近を中心に遊泳することが多くなった。

各ケースの水路中央部の断面における流速分布を Fig. 7 に示す。どのケースにおいても水路内の流速は断面内で様ではない。断面平均流速の速いケース (d) と (e) に流速分布の乱れが見られるが、他のケースにおいては主流の流れに対して、底面、壁面近傍で遅い流速場が形成されている。流れが速くなるとメダカは少しでも流れの遅い領域を選択することを示唆している。そこで、メダカの遊泳が多くみられた水路底に近い計測点 10 点の範囲を遊泳域とみなし (Fig. 7)、この範囲の平均流速で遊泳域の流速を代表した (以下、「代表流速」)。遊泳域の

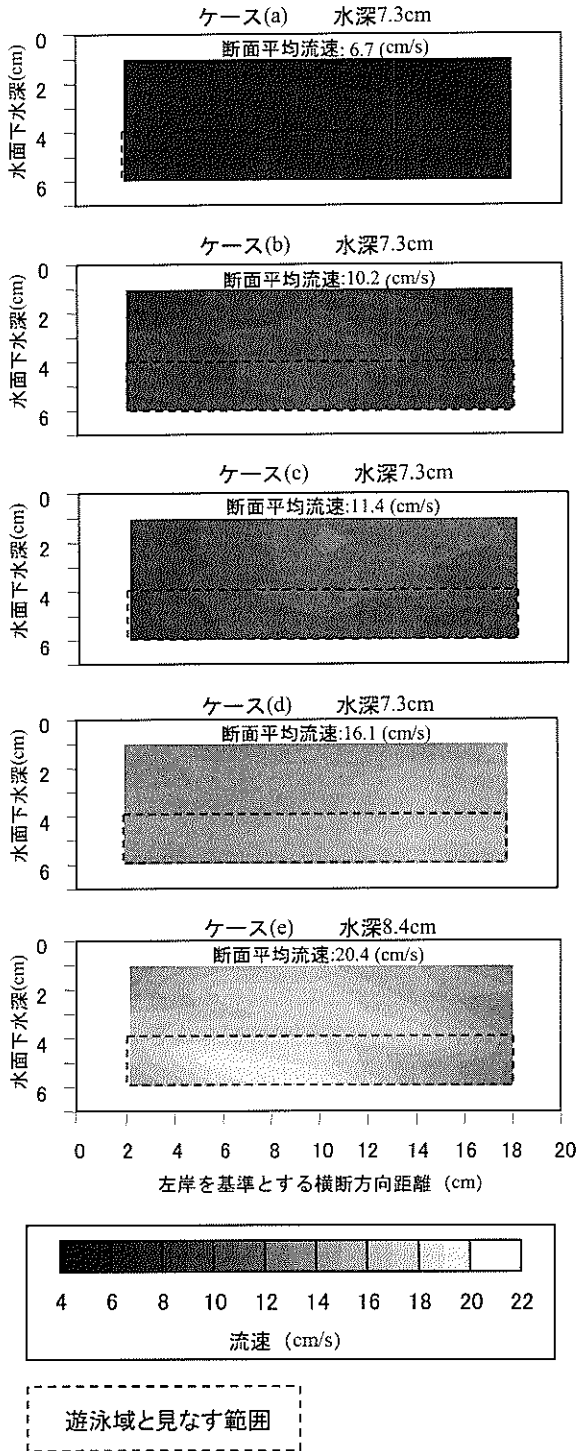


Fig. 7 水路部中央部の断面における流速分布
Velocity distribution of middle cross section of experimental channel

Table.3 遊泳域の代表流速
Representative velocity of the range where Medakafish swam mainly

ケース	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
代表流速* (cm/s)	6.4	9.3	10.8	14.9	16.3

* 遊泳域とみなす範囲の計測点10点の平均流速

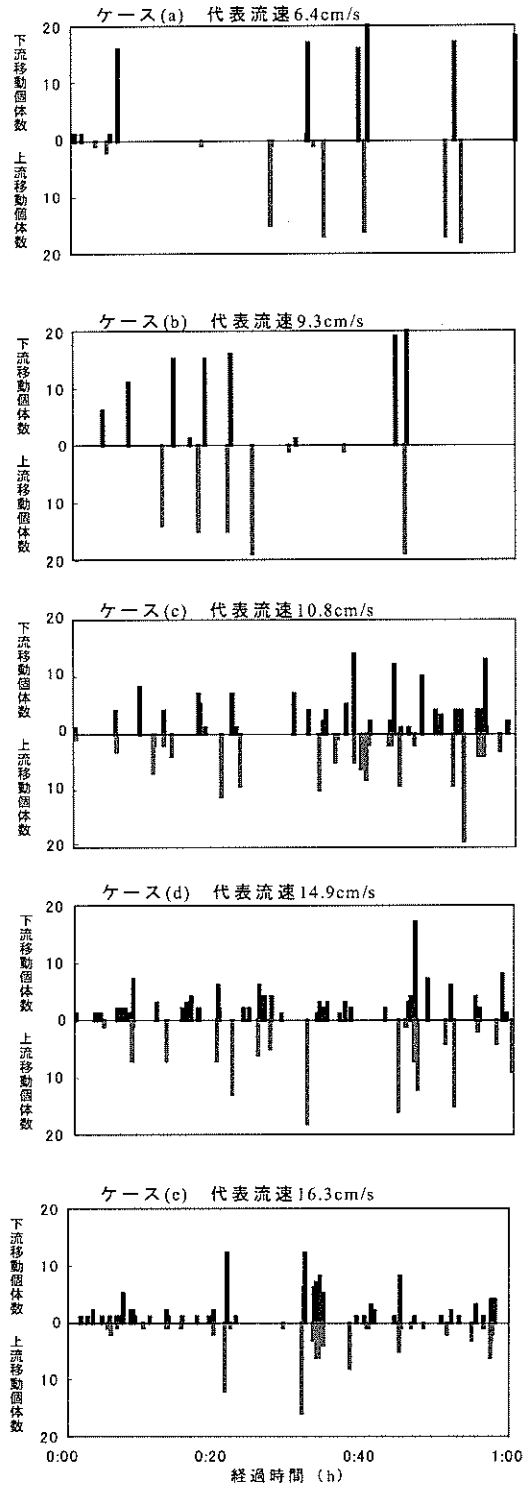


Fig. 8 観察対象ゾーンに対する下流移動・上流移動
Numbers of Medakafish moving with and moving toward flow on the target zone

Table.4 観察対象ゾーンに対する上流移動・下流移動の発生回数
Numbers of occurrence of moving with and moving toward flow

ケース	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
下流移動回数	10	9	32	43	41
上流移動回数	10	7	26	19	35

代表流速を Table. 3 に示す。以降では、遊泳行動と流速の関係について代表流速を用いて考察する。

第二の傾向は、流速によって、観察対象ゾーンに対する下流移動・上流移動の発生回数とこれらの行動を同時におこす個体の数が異なることである。流速が遅いときは、1個体の行動に、多数の個体が呼応するように同時に同じ行動をおこすことが多かった。しかし、流速が速くなると、1個体が行動をおこしても同時に同じ行動をおこす個体数が急激に減少した。同時に同じ行動をおこす個体数（以下、「参加個体数」）の減少は、供試したメダカ 20 個体の中に遊泳力の個体差が存在し、これを表面化させ群形成に影響を与えたと考えられる。そこで、流速に対するメダカの抵抗性を、個体差が生じず群泳が可能な範囲という視点から考察する。

ビデオ観察記録から、実験時間 60 分間中に観察対象ゾーンに対する下流移動・上流移動をおこした参加個体数を計数した (Fig. 8)。また 60 分間中の下流移動・上流移動の発生回数を Table. 4 に示し、Fig. 8 とあわせて考察する。

流速の遅いケース(a) (代表流速 6.4cm/s) では、下流移動・上流移動の発生回数が少なく、それぞれへの参加個体数は供試メダカ 20 個体のうちの 10~15 個体以上と多い。ケース(b) (代表流速 9.3cm/s) も同様な行動を示している。

ケース(a)と(b)で、下流・上流移動の参加個体数が多かったことは、遊泳力の個体差が表面化しない程度の流速であったと考えられる。この範囲の流速では、大きな群で行動していることが分かる。

流速の速いケース(d)と(e) (各代表流速 14.9cm/s、16.3cm/s) では、全体的に見て 10~15 個体以上の行動の発生回数は少なく、逆に 5 個体以下での行動の発生回数が多い。これは、遊泳力の強い少数の個体が、観察対象ゾーンから上流移動したのち、すぐに流れの流れて観察対象ゾーンに下流移動してくるといった行動を繰り返したためである。

ケース(d)と(e)で、下流移動・上流移動の参加個体数が少なく、行動回数が増加したことは、遊泳力の個体差を表面化させる流速であったと考えられる。この範囲の流速では、群として行動できていないことが分かる。

ケース(b)と(d)の間に流速を設定したケース(c) (代表流速 10.8cm/s) は、下流移動・上流移動の発生回数の多いこと、比較的参加個体数の多いことから遊泳力の個体差を表面化させるかささせないかの中間に位置付けられる。

以上の結果は、メダカの遊泳力の個体差、すなわち、群の規模（この場合、下流移動・上流移動への参加個体数）が流速に規定されることを示している。メダカが群泳可能か否かは、ケース(b) (代表流速 9.3cm/s) と(d) (代表流速 14.9cm/s) の間で大きく異なると言える。流速に対するメダカの抵抗性を、個体差が生じない群泳可能な範囲という視点から評価すれば、概ね 10~15cm/s が限

界であると考えられる。

実験 2 : 底質条件に対する選好性

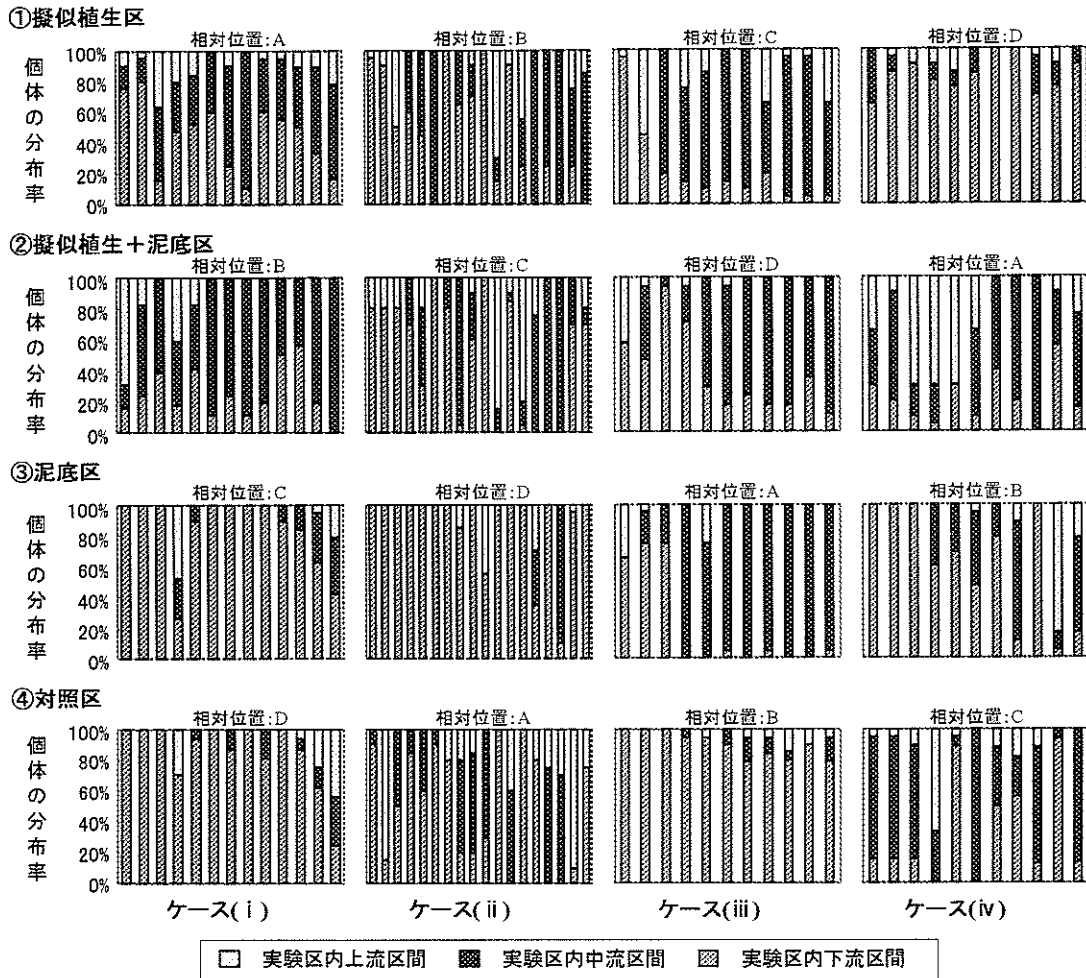
実験区の相対位置をかえて行った全 4 ケースにおける個体数分布の観測結果を Fig. 9 に示す。Fig. 9 では、1つのケースにおける1つの実験区の結果を1つの小図とし、それを縦方向には実験区の種類ごとに、横方向にはケースごとに示してある。各小図は、横軸が観測順を、縦軸が実験区内における各区間（上流区間、中流区間、下流区間）への個体の分布率を示す。観測回数はケース(i)より順に、13回、18回、11回、11回である。

いくつかの観測結果を除いて、供試メダカはどれかの区間に集中している (Fig. 9)。群の利用区間の判断により、群の形成がみられなかったのは、全 212 回の観測記録のうち、21 回のみであった。なお、各実験区では中流区間のみを細工を施しており、上流区間および下流区間は対照区間である。選好性については、中流区間を群が利用している観測記録回数を基に評価した。

本実験では流れの違いや不確定要素による影響を排除するため、相対位置を入れ替えた 4 つのケースを実施した。そこでまず、実験区の相対位置が個体数分布に及ぼす影響を検討し、その後各実験区に施した底質条件への選好性を評価する。

まず、実験区の相対位置が個体数分布に与えた影響について考察を進める。ここでは、「群偏在率」として、群が形成されていた観測回数に対する、上流区間、中流区間、下流区間のそれぞれの利用回数の割合を求めた。相対位置ごとに計算した各区間の群偏在率を Fig. 10 に示す。相対位置 A では中流区間および下流区間の群偏在率がそれぞれ 48.9%、40.4%である。これに対して、相対位置 B、C、D においては中流区間の群偏在率は 40%以下で、下流区間の群偏在率が 50%以上である。相対位置 A 以外 (B、C、D) では流れの違いなどに影響を受け、メダカの群が下流区間に集まる傾向にある。実験条件 (Table.2) には、同一ケースにおける相対位置 A、B、C、D の流れは、金網による堰上げのために相対位置 A より順に、水深が浅くなり、流速が速くなるなどの違いがみられる。相対位置 A と A 以外の場合の群偏在率が異なるのは流れの違いなどの影響によるものと考えられる。流れの違いをケース終了時の流速からみると、相対位置 A の場合と A 以外の場合の各々平均で 6.8cm/s と 8.7cm/s である。相対位置 A 以外で下流区間の群偏在率が高いことは、実験 1 において流れが比較的速い場合にメダカが下流端付近に集まって群泳していたのと同様の傾向を示している。これに対して、流れが比較的遅い相対位置 A ではこの傾向と異なる。

この結果から、相対位置 A の場合と A 以外の場合とを区別して、底質条件への選好性の評価を行う。選好性の評価には、相対位置 A と A 以外のそれぞれについて、実験区ごとの観測回数に対する、中流区間を群が利用した



* 実験区内中流区間に、細工(底質条件)を施した。
 ** 1つの小図が1つのケースにおける1つの実験区の結果。小図は、縦方向に実験区ごと、横方向にケースごとに示した。
 *** 各小図は、左端からケース開始後約30分経過時の最初の観測記録、以下約30分~1時間間隔での観測記録、右端がケース終了時の最後の観測記録。

Fig. 9 観測結果 (実験2：底質と群泳行動)
 Results of experiment 2

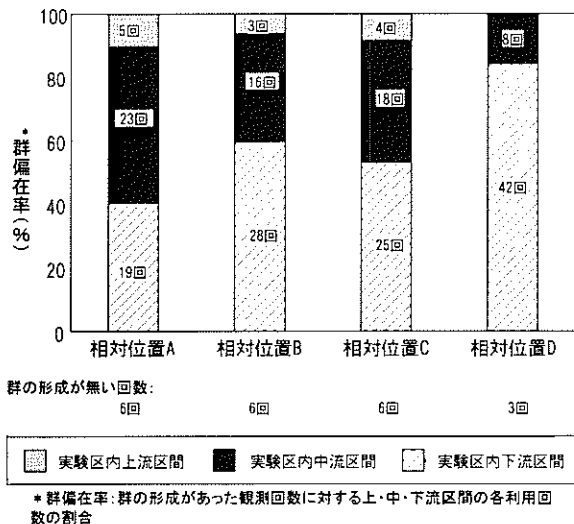
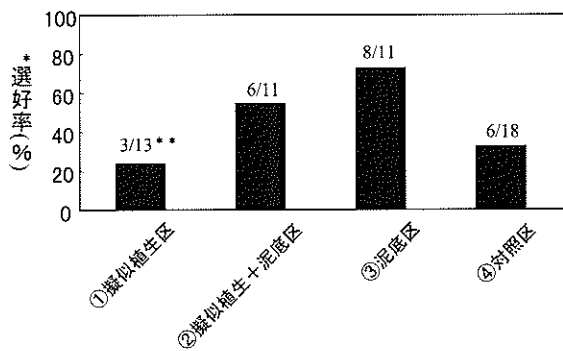


Fig. 10 相対位置の影響の検討
 Distribution of individual each relative positions

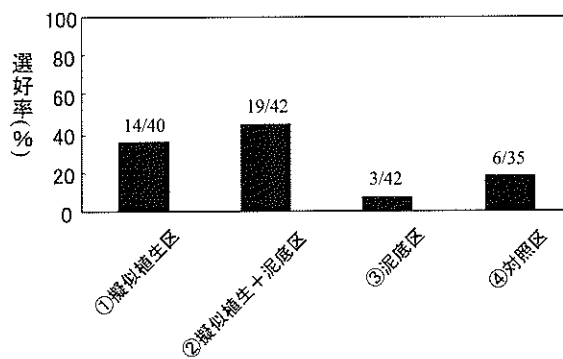
回数の割合 (以下、「選好率」) を用いる。

相対位置 A の場合の選好率を Fig. 11 a) に示す。対照区と比較して擬似植生+泥底区および泥底区で選好率が高い。共通点は泥底である。相対位置 A では比較的流れが遅く下流区間に集中することなく群は自由に行動しているものと考えられる。このような場合、泥底への選好性が高いことを示している。

相対位置 A 以外の (B、C、D を一括して解析対象とした) 場合の選好率を Fig. 11 b) に示す。対照区と比較すると、擬似植生区および擬似植生+泥底区で選好率が高い。相対位置 A で選好率の高かった泥底区は対照区と同等あるいはそれ以下となった。相対位置 A 以外では比較的速い流れのため下流区間に集中することが多く、相対位置 A の場合ほど群は自由に行動できていないと考えられる。相対位置 A 以外で選好率の高い2つの実験区に共通する点は擬似植生であり、群の自由な行動が抑制されるような比較的速い流れにおいては、植生への選好性



a) 相対位置Aのときの選好率



b) 相対位置A以外 (B, C, D) のときの選好率

* 選好率: 観測回数に対する、中流区間の利用回数の割合

** 棒グラフの上の数字 x/yは、中流区間の利用回数がx回、解析対象の観測回数がy回であることを示す。

Fig. 11 相対位置AとA以外のときの選好率
A proportion of preference at relative position A and without A (B, C and D)

が高いことを示している。

以上のことから、底質条件に対する選好性は流れの比較的遅い場合には泥底が、流れの比較的速い場合には植生が高いことが明らかとなった。このことは、底質条件に対する選好性が流れの違いなどの影響を受けていることを示している。その理由については、本実験のみでは明らかにできないが、速い流れからの待避や泥による保護色の効果あるいは餌の有無などが予想される。ここで、擬似植生+泥底区の選好率は相対位置Aの場合および相対位置A以外の場合に共通して高い。小水路の流れが多少変化しても、泥が堆積しかつ植生が存在すれば、メダカの群は好んでその空間にとどまることが示唆された。

IV 結言

本稿では、メダカ成魚の群にとって小水路を利用可能な環境とするための条件を実験的に検討した。流速に対する抵抗性、底質に対する選好性の2つの実験から、以下のことが明らかとなった。

- ① 約 5cm/s 以上のメダカにとって速い流速場では、遊泳可能区間の下流端部を群泳する (実験1の予備的観察の結果)。
- ② 遊泳域の流速が 10~15cm/s をこえると遊泳力の個体差が顕在化し、群の形成が困難になる。
- ③ 底質条件への選好性は流れの違いなどの影響を受け、流れが比較的遅い場合泥底の、流れが比較的速い場合植生の存在する空間の選好性が高い。
- ④ 泥底かつ植生の存在する空間の選好性は、比較的流れの遅い場合にも速い場合にも高い。

これらのことから、メダカの群は 10~15cm/s 以下の流速に対する抵抗性、泥が堆積しかつ植生が存在する空間への選好性をもつと言える。したがって、小水路をメダカの群による利用が可能な環境とするためには、これらの条件を満たす空間の確保が必要である。

なお、本稿では、抵抗性を流速について、選好性を底質についてという各々単一の条件に関して明らかにした。水深や水質などの条件を含めて総合的に検討することが必要であろう。

参考文献

- 1) 端憲二 (1999): 小さな魚道による休耕田への魚類選上実験、農土誌、67(5)、19-24
- 2) 端憲二 (2000): 田圃につける小さな魚道、応用生態工学、3(2)、231-234
- 3) 環境省 (2002 閲覧): 生物多様性情報システム、新 RDB 種情報、<http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>
- 4) 片野修 (1998): 水田・農業水路の魚類群集、江崎保男・田中哲夫編、水辺環境の保全、67-79、朝倉書店
- 5) 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2001): 水田水域における淡水魚の双方向移動を保障する小規模魚道の試作と実験、応用生態工学、4(2)、163-177
- 6) 塚本勝巳 (1993): 河川魚類の生理生態、玉井信行・水野信彦・中村俊六編、河川生態環境工学、62-82、東京大学出版会

Experiments of Relationship between Physical Environment and Behavior of Medakafish Assuming Small-scale Channels

TAKEMURA Takeshi, KOIZUMI Noriyuki, OKUSHIMA Shuji,
YAMAMOTO Shori and KATO Takashi

Summary

Medakafish is one of common species in paddy dominated Japanese rural area. We can find that Medakafish often shoals in terminal small channels in this area. This fish, however, has decreased by lineation of channels and simplification of channel structure. In this paper we carried out two experiments to examine relationship between behavior of Medakafish and physical environment, such as velocity and substrate, for a terminal small channel. In first experiment, we observed behavior of Medakafish under five kinds of velocity conditions. The result showed that behavior of this fish depended on individual ability for swimming over velocity range from 10 to 15cm/s. In second experiment, we observed behavior of Medakafish under four kinds of substrate conditions. The result showed that this fish congregated mainly a substrate, composed of spurious vegetation and mud. It suggested that velocity under 10 to 15cm/s and vegetation on mud were essential as habitat conditions for Medakafish.

Key Words: medakafish, habitat, small-scale channels, physical environment, velocity-resistance, preference for substrate

農業工学研究所の機構及び所在地

理 事 長
理 事
監 事
企 画 調 整 部 長
総 務 部 長
農 村 計 画 部 長
農 村 環 境 部 長
地 域 資 源 部 長
農 地 整 備 部 長
水 工 部 長
造 構 部 長

茨城県つくば市観音台二丁目1番6号
(郵便番号 305-8609)

DEPARTMENTAL ORGANIZATION OF THE
NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING
INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION

President
Executive Director
General Auditor
Director, Department of Program Management and Coordination
Director, Department of General Affairs
Director, Department of Rural Planning
Director, Department of Rural Environment
Director, Department of Regional Resources
Director, Department of Agricultural Environment Engineering
Director, Department of Hydraulic Engineering
Director, Department of Geotechnical Engineering

1-6, Kannondai 2-choume,
Tukuba City, Ibaraki,
305-8609 Japan

本技報から転載、複製をする場合は独立行政法人農業工学研究所の許可を得て下さい。

農業工学研究所技報 第201号

平成15年3月20日 印刷
平成15年3月28日 発行

独立行政法人農業工学研究所

茨城県つくば市観音台二丁目1番6号
郵便番号 305-8609 電話 029 (838) 7505 (情報資料課)

TECHNICAL REPORT
OF THE
NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING

No. 201

March 2003

CONTENTS

FURUYA Tamotsu, OGURA Chikara, NAKAO Seiji and KATO Takashi	
Examples of Failure and Erosion in Embankment Slope and its Characteristic Configuration of Reclaimed Farm	1
AIZAKI Hideo and MORIYAMA Hiroshi	
Valuing Environmental Benefit of Bird-Watching Paddy Field as Adjustment Policy of Rice Production Considering a Harmony with Ecological System	13
YAMAMOTO Tokuji and YASUNAKA Seiji,	
Development of Onsite Updating System of the Farmland Base Information	23
TAKEMURA Takeshi, KOIZUMI Noriyuki, OKUSHIMA Shuji, YAMAMOTO Shori and KATO Takashi	
Experiments of Relationship between Physical Environment and Behavior of Medakafish Assuming Small - scale Channels	37
FUKUMOTO Masato, SHIMA Takeo, OGAWA Shigeo and UESUGI Syouhei	
Positional Accuracy of Digital Ortho Images and Elevation Data Obtained by Digital Airborne Sensor ADS40	47
ISHIDA Satoshi, IMAIZUMI Masayuki, TSUCHIHARA Takeo, MORI Kazushi and TODOROKI Yoshinori	
Method of Detecting Effect of Artificial Recharge of Groundwater	55
TSUCHIHARA Takeo, ISHIDA Satoshi, NIHIRA Satoshi and IMAIZUMI Masayuki	
Water Circulation of Tohtsuruto swamp in the East Part of Hokkaido	65
MATSUDA Shuh, MASUMOTO Takao, KUBOTA Tomijiro and YOSHIMURA Akiko	
Water Balance Characteristics of the Kashima Plateau Watersheds Joining to Plain Lakes	81
YUYAMA Yoshito, ARULVIJITSKUL Pongsak, SHIODA Katsuro, ONIMARU Tatsuji, NAKAZAWA Noboru and FUJISAKI Takashi	
Improvement of Water Allocation Planning and Practical Operation in the Upper East Bank of the Chao Phraya Delta -Activities under the Modernization of Water Management System Project in Thailand-	93
MASUMOTO Takao, YUAN Xin, AIZAWA Akiyuki, KUBOTA Tomijiro and MATSUDA Shuh	
An Integrated Method for Discharge Forecast to Manage Severe Droughts in the Tone River	125
Wayne E. Marshall and SHINOGI Yoshiyuki	
Utilization of Agricultural by-product-based Carbons	137
SAITO Takanori, SHINOGI Yoshiyuki and YAMAOKA Masaru	
Properties of Charcoals Which are Made from Trash Flown Down to Irrigation and Drainage Canal	147
HASEBE Hitoshi, YOSHINAGA Ikuo, FENG Yanwen and OYAMA Jun	
Water Purification Experiment Using <i>Luffa Aegyptiaca</i>	157
OKUYAMA Takehiko, KURODA Seiichiro, NAKAZATO Hiroomi and NATSUKA Isamu	
Changes of Groundwater Flow System after Consolidation of Irrigation Pond Located in a Landslide Block	165
NAKAZATO Hiroomi, KURODA Seiichiro, OKUYAMA Takehiko, PARK Mikyung, KIM Hee Joon, and TODOROKI Yoshinori	
Application of Continuous Measuring System of Electrical Resistivity to Geoenvironmental Monitoring	173
TAGASIRA Hidekazu, YASUNAKA Masami, KOHGO Yuji and MASUKAWA Susumu	
An Simplified Estimating Method of Non-linear Elastic Property of the Soft Foundation	183

NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING
INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION

Tsukuba, Ibaraki, 305-8609 Japan