

水田地帯におけるホトケドジョウの繁殖生態

加地奈々・名倉盾

ホトケドジョウ *Lefua echigonia* は、環境省のレッドデータブックでは絶滅危惧 IB 類¹⁾、山梨県レッドデータブックでは絶滅危惧 II 類²⁾に指定されている希少種であり、保全対策が急がれている。本種の繁殖生態については明らかになっていない点が多く、生活史全体を考慮した具体的な保全対策を行っていく上での情報が不足している。そこで、本試験では、前報³⁾の調査で稚魚が多数確認された水田地帯の水域を対象とし、繁殖に伴う移動や稚魚の出現状況を調査し、繁殖場所を含めた生息地の保全について検討した。

材料および方法

調査水域

山梨県内の相模川水系源流域に位置する水田地帯の水域（以下水田水域という）を対象とした（図1）。調査水域周辺の通水状況を表1に示した。水田水域は、灌漑期である5月上旬～9月上旬までの間、河川からの取水による一時的な水域である。用水路の下流には湧水が湧いており、湧水源より下流域は1年を通じて水が枯れることはない。

調査方法

1 定置網による移動個体調査

水田水域と恒久水域の接続点付近の4地点（I～IV）に小型定置網（目合3mm）を設置し、魚類採捕を行った。定置網は1地点につき上流方向と下流方向に各1基ずつ設置し、水路内を移動する魚類を採捕した。調査期間は水田水域に通水が開始されてから約一週間後の2009年5月13日から2009年9月6日までとした。なお、設置地点（監）については通水のみられなくなった8月22日で採捕を終了した。

期間中は台風等による数回の増水時を除いて常時網を設置し、週3回を目安に採捕魚を回収した。採捕魚が多い場合や目詰まりが生じた場合はさらに回数を増やして回収を行った。採捕魚は魚種別に個体数を計数後、定置網の反対側に放流した。ホトケドジョウについては2-フェノキシエタノール（和光純薬社製）で麻酔して標準体長を測定後、雌雄の判別を行った。さらに、体長30mm以上の個体についてはイラストマータグ（Northwest Marine Technology 社製）を魚体に注入して標識を施した。2回目以降に再捕された個体については標識部位と色により個体識別を行った。定置網設置地点には温度データロガー（KN ラボラトリーズ社製）を設置し、水温を記録した。

2 調査区における魚類調査と環境測定

水路に10（St.1～10）、3枚の水田内に各2（St.11～16）計16の調査区を設け（図1）、魚類調査と環境測定を行った。調査区の範囲は30mとした。

魚類調査は2009年5月25日から8月3日までの月の上旬と下旬に計6回行った。水路では調査区を仕切り網（目合2mm）で仕切り、タモ網（幅35cm、目合1mm）を用いて、1名20分間のすくい取りで仔稚魚を中心とした採捕を行った後、15分以上の間隔をおいてから、電気ショッカー（エレクトロフィッシャー12B, Smith-Root, Inc.）とタモ網（幅30cm、目合3mm）で再度採捕を行った。水田内については、畦沿いに幅50cm範囲内で20分間のすくい取りのみを行った。採捕魚は定置網で採捕した個体と同様に計数や標識作業等を行い、採捕地点に放流した。

環境測定は2009年6月2日、7月7日、8月3日の計3回実施した。水温、水深、流速、底質、植物、護岸構造の5項目について測定を行った。水温は環境測定日の14時～16時の間に調査地点流心部で測定した。また、St.13には温度データロガーを設置し、水田内の水温変化を測定した。水深、流速、底質については定点を起点に5m、15m、25mの地点に流路に垂直な測定ラインを設定し、さらに等間隔の測定点を3点設け、計9地点で計測を行った。流速はプロベラ式流速計（VR-201, KENEK 社製）を用いて、6割水深で計測した。底質は、1: 砂泥（0～2mm）、2: 小礫（2～4mm）、3: 中礫（4～64mm）、4: 大礫（64～256mm）、5: コンクリートの5段階にスコア

化し、直下において優占するものを記録した。植物は調査区の水域に占める植物の割合を、目視により5段階（0：0%、1：1～25%、2：26～50%、3：51～75%、4：76～100%）にスコア化して記録した。

なお、調査日に水が干上がっている調査区については調査を実施しなかった（魚類調査：6月下旬の St.15,16, 7月上旬の St.13～16, 7月下旬および8月上旬の St.11～16, 環境調査：7月7日および8月3日の St.11～16）。

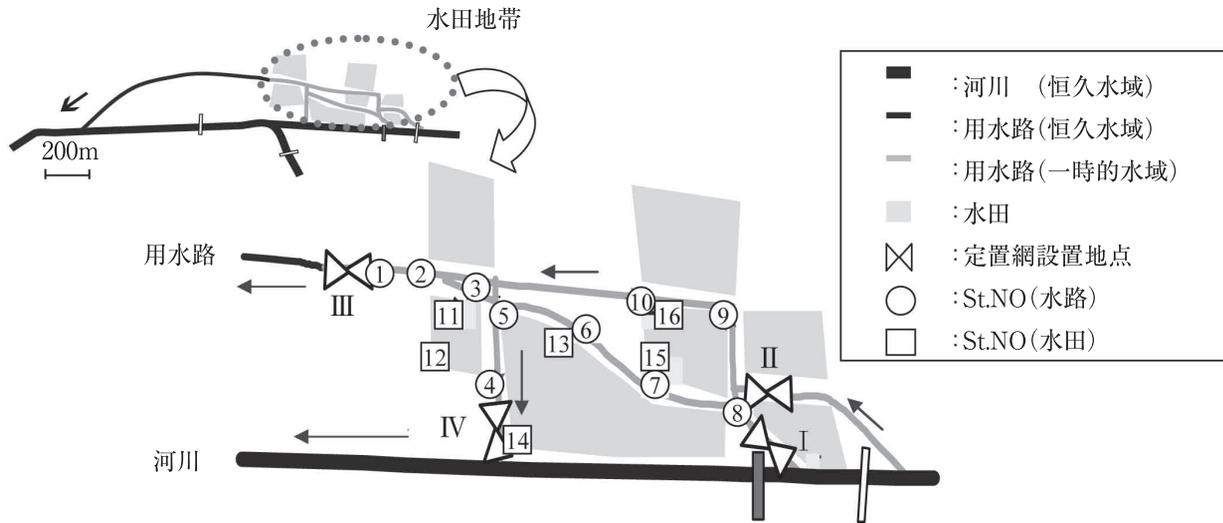


図1 調査水域（概略図）

表1 調査水域内の通水の状況

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
水田		代掻き	田植え	間断灌水	中干し	間断灌水	稲刈り
通水の状況 用水路（一時的な水域）		——	——	——	——	——	
通水の状況 用水路（恒久水域）	——	——	——	——	——	——	——
通水の状況 河川（恒久水域）	——	——	——	——	——	——	——

結果

1 各地点の水温変化

定置網設置地点 I～IV および St.13 の水温を図 2 に示した。本流からの取水口に位置する I は比較的水温が低く、変動も小さく推移した。II, III, IV の 3 地点は I よりも水温変動が大きく、最高水温が 25℃ を上回る日もみられた。また水田内の St.13 においては、昼間の水温上昇が激しく 35℃ を越える日もみられた。

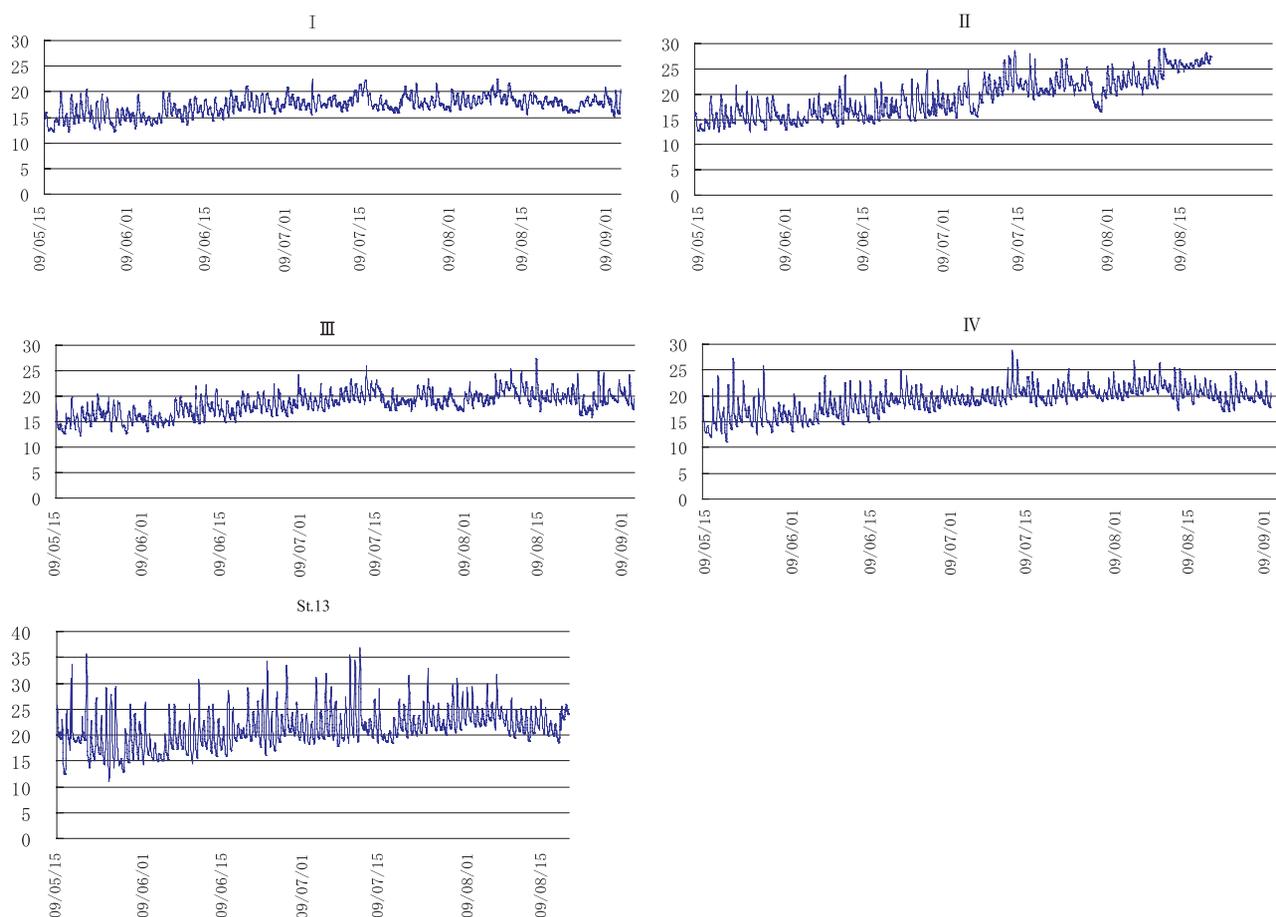


図2 各地点における水温

2 定置網による移動個体調査

(1) 採捕魚種

4地点の定置網で採捕された魚種および個体数（のべ採捕個体数）を表2に示した。オイカワ *Zacco platypus*, ウグイ *Tribolodon hakonensis*, アブラハヤ *Phoxinus longus* *steindachneri*, タモロコ *Gnathopogon elongatus*, モツゴ *Pseudorasbora parva*, ギンプナ *Carassius langsdorfii*, ホトケドジョウ, ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*, ナマズ *Silurus asotus*, オオクチバス *Micropterus salmonides*, トウヨシノボリ *Rhinogobius* *sp. OR*, ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis* の6科12種が採捕された。個体数ではドジョウが全体の95.7%と大半を占め、全ての期間において優占した。次いでホトケドジョウ, アブラハヤの順であった。調査期間中に採捕されたホトケドジョウの占める割合は全個体数の2.9%であったが、5月第3週では全体の採捕数の32.2%, 5月第4週では26.2%と5月中旬から下旬に採捕数が集中する傾向がみられた。

表2 採捕魚種

	5月		6月		7月		8月		8月		計 (%)	
	第3週	第4週	第1週	第2週	第3週	第4週	第1週	第2週	第3週	第4週		
コイ科	0	0	1	0	8	1	3	0	0	0	0	15 (0.0)
ウグイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.0)
アブラハヤ	68	16	32	15	35	41	33	25	49	23	2	445 (1.0)
タモロコ	10	0	0	7	14	5	19	4	10	3	2	95 (0.2)
モツゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (0.0)
ギンブナ	0	0	0	0	2	4	2	4	2	1	1	16 (0.0)
ホトケドジョウ	260	244	61	42	56	23	56	81	118	74	26	1301 (2.9)
ドジョウ科	470	670	538	370	501	575	1781	4327	4702	3446	1916	42649 (95.7)
ナマズ科	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	9 (0.0)
サンブイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.0)
ハゼ科	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10 (0.0)
ヌマチチブ	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	8 (0.0)
計	808	930	774	640	619	657	1896	4441	4879	3546	1946	44554 (100.0)

(2) ホトケドジョウの個体数と成熟状況の推移

定置網で採捕されたホトケドジョウについて、各設置点 I～IV のサイズ別（30mm 未満，30mm 以上）個体数および成熟個体の占める割合の推移を図 3 に示した。また、全設置点の合計についても同様に図 4 に示した。全ての設置点において水田水域への移入および移出方向とも、5 月 3 週から 6 月第 4 週までの間に 30mm 以上の個体が集中して出現した。また、I，III，IV では 7 月以降は 30mm 以下の個体が優勢し、特に移出方向で多く出現する傾向がみられた。全設置点の合計では、成熟個体の占める割合は、5 月第 4 週までは 80% を超えていたが、8 月には 20% 以下に低下した。また、調査期間全体を通じての移出個体の体長は移入個体に比べて有意に小さかった (Mann-whitney の U 検定, $p < 0.01$)。

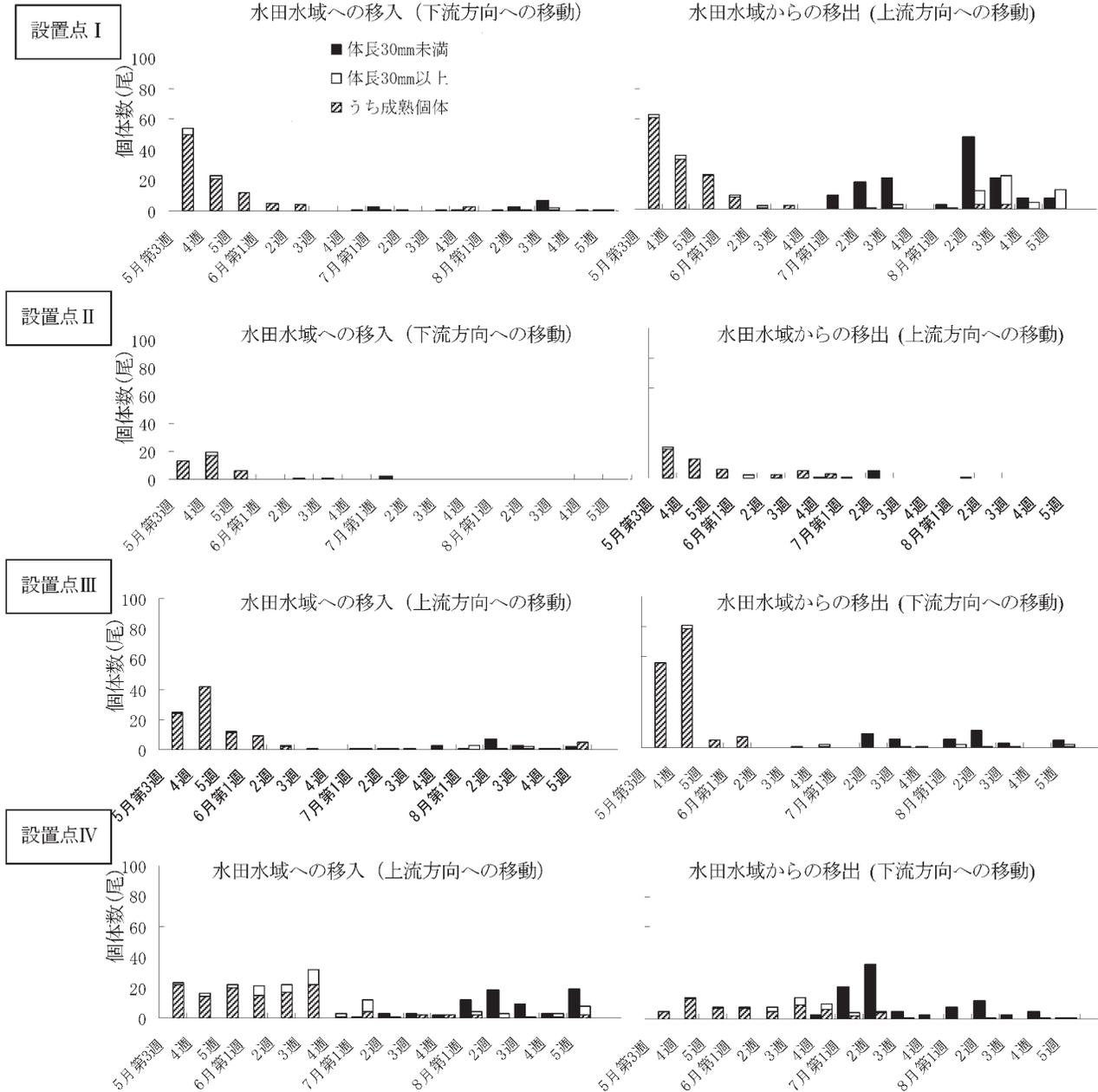


図3 定置網で採捕されたホトケドジョウ個体数の推移（設置点別）

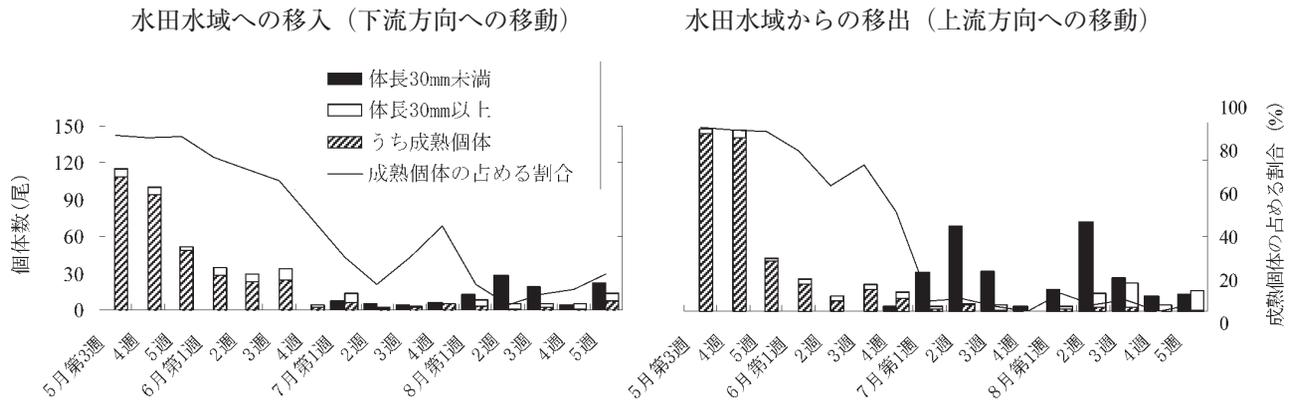


図4 定置網で採捕されたホトケドジョウ個体数の推移（全設置点合計）

定置網および調査区における調査で採捕された個体の体長および性別について、図5に示した。成熟個体の雌は雄に比べて有意に体長が大きく（Mann-whitneyのU検定, $p < 0.01$ ），体長30mm未満の個体については雌雄共に成熟個体はみられなかった。

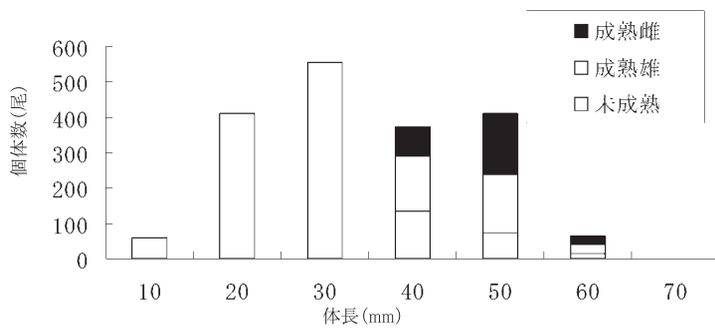


図5 採捕されたホトケドジョウの体長と成熟状況

3 調査区における魚類調査と環境測定

(1) 魚類調査結果

魚類調査で採捕された魚種を表3に示した。全ての調査区において、ドジョウが最も多く採捕され、ホトケドジョウは2番目に多く採捕された。調査区におけるホトケドジョウの体長頻度分布を図6に示した。5月下旬の採捕個体は体長30mm以上で全て成熟していた。水路の調査区では6月上旬以降、体長10-20mmの稚魚が出現し、特にSt.3,4,5,7では多くの稚魚が採捕された。St.2,8,9,10は調査期間を通じてホトケドジョウは殆ど採捕されなかった。また、水田内の調査区St.12-16においては、一部の区において稚魚が確認されたものの、継続的には確認できなかった。

表3 調査区における採捕魚類

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16	計
ホトケドジョウ	50	1	54	170	241	41	136	3	5	2	15	2	3	0	3	0	726
ドジョウ	275	196	665	532	251	602	737	68	405	519	21	0	40	26	23	0	4360
アブラハヤ	20	2	0	2	0	0	0	3	4	0	0	0	0	2	0	0	33
タモロコ	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

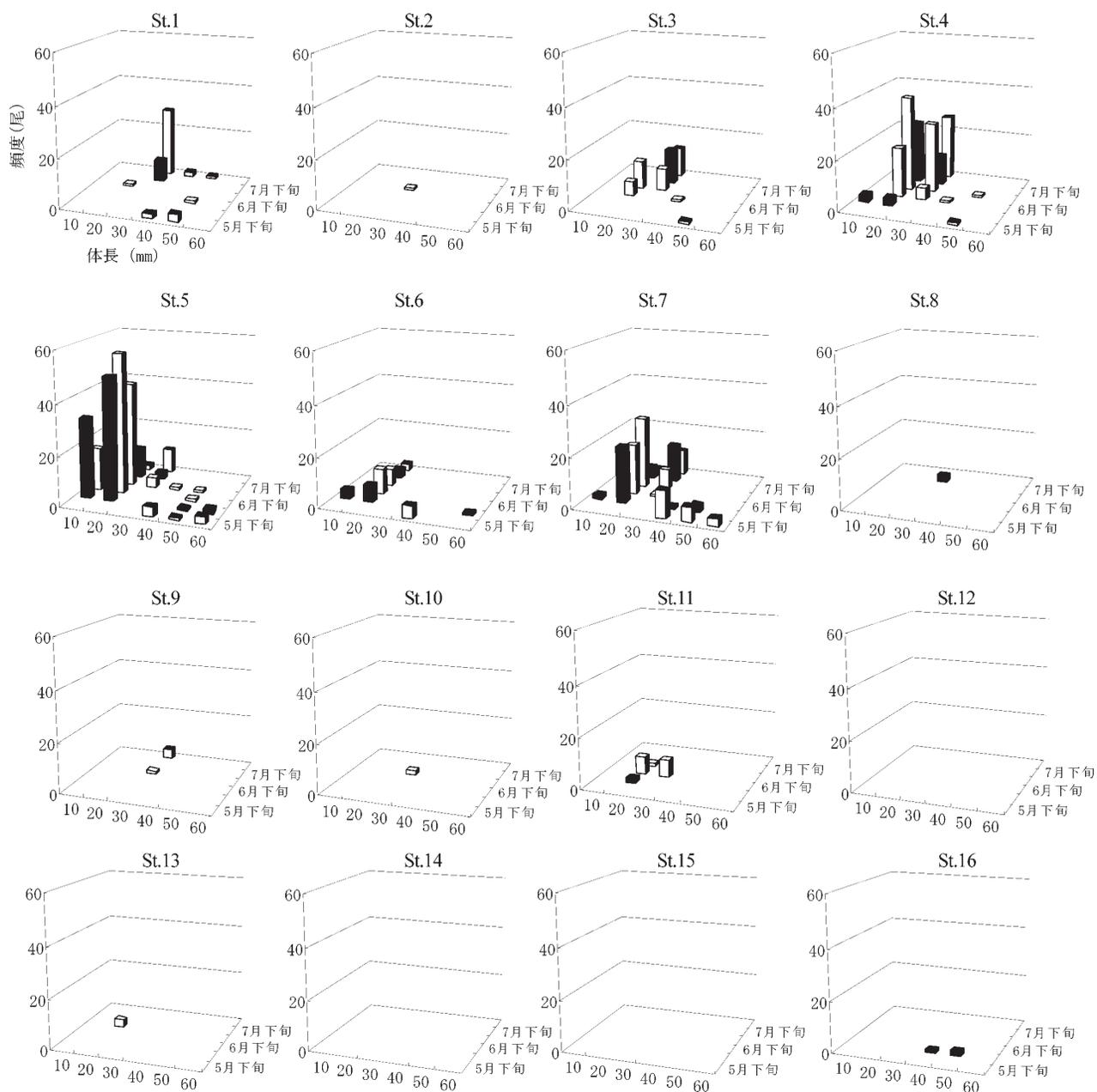


図6 調査区におけるホトケドジョウの体長頻度分布

(2) 環境測定結果

水路における環境測定結果を表4に示した。St.1-10について5月下旬と6月上旬, 6月下旬と7月上旬, 7月下旬と8月上旬の魚類調査で採捕されたホトケドジョウ個体数を合計し, それぞれ6月, 7月, 8月の環境要因との間で相関分析を行ったところ, 6月と7月の植物スコアに正の相関が, 7月の平均流速との間に負の相関が示された(表5)(Pearsonの相関係数の検定, $p < 0.05$)。

表4 環境測定結果

		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
水路の形状		2面コンクリート	3面コンクリート	2面コンクリート	素堀り	素堀り	素堀り	素堀り	3面コンクリート	3面コンクリート	2面コンクリート	水田	水田	水田	水田	水田	水田
水温(°C)	6月	18.6	18.6	18.6	19.7	19.7	22.6	21.7	18.7	18.9	18.5	25.2	29.3	28.2	29.9	29.4	29.4
	7月	21.6	21.5	20.6	23.2	20.4	24.7	21.4	19.4	20.1	21.8						
	8月	22.6	22.8	22.9	23.3	21.9	25.4	21.5	20.2	21.1	22.6						
平均水深 ±標準偏差 (cm)	6月	9.4 ±1.8	7.9 ±1.1	12.0 ±3.0	10.4 ±0.9	18.9 ±5.1	12.7 ±3.3	8.8 ±0.7	14.3 ±2.3	8.5 ±1.3	11.9 ±1.2	4.0 ±2.0	3.0 ±1.1	3.4 ±1.2	3.2 ±0.5	4.0 ±2.0	2.6 ±0.0
	7月	8.3 ±2.3	8.8 ±1.1	14.5 ±4.5	10.0 ±1.9	16.8 ±8.5	14.0 ±3.7	8.6 ±2.9	19.8 ±1.3	11.6 ±1.2	10.9 ±2.2						
	8月	9.3 ±1.2	10.9 ±0.4	18.9 ±3.2	11.0 ±1.6	17.8 ±7.1	12.6 ±2.9	9.5 ±1.7	17.0 ±1.8	11.6 ±1.2	20.5 ±1.6						
平均流速 ±標準偏差 (cm/s)	6月	25.4 ±3.2	4.8 ±0.4	4.1 ±0.8	1.4 ±1.6	0.0 ±0.0	13.4 ±5.6	25.2 ±2.8	21.5 ±4.9	31.1 ±3.6	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
	7月	23.0 ±7.5	27.7 ±3.9	9.9 ±4.1	9.5 ±5.4	1.0 ±1.9	1.9 ±2.9	4.3 ±2.4	13.2 ±1.7	19.8 ±4.2	35.3 ±10.3						
	8月	36.9 ±13.0	22.8 ±5.6	6.9 ±9.7	2.3 ±3.5	0.5 ±1.4	0.0 ±0.0	8.1 ±4.4	18.1 ±1.9	19.8 ±4.2	24.2 ±5.0						
底質スコア	6月	3.0	6.0	1.0	1.2	1.0	1.0	2.7	6.0	6.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	7月	3.0	6.0	1.0	1.2	1.0	1.0	2.7	6.0	6.0	3.0						
	8月	3.0	6.0	1.0	1.2	1.0	1.0	2.7	6.0	6.0	3.0						
植物スコア	6月	0.7	0.0	1.3	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	1.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	7月	0.7	0.0	1.3	2.0	4.0	4.0	3.0	0.0	0.0	1.3						
	8月	0.3	0.0	1.7	2.0	4.0	4.0	3.0	0.0	0.0	1.0						

表5 ホトケドジョウ個体数と環境要因の相関係数

	個体数との相関係数				
	水温	平均水深	平均流速	底質スコア	植物スコア
6月	0.408	0.613	-0.168	-0.446	0.755*
7月	0.094	0.094	-0.649*	-0.63	0.685*
8月	0.159	-0.35	-0.275	-0.356	0.281

*: $P < 0.05$ で有意

4 ホトケドジョウの移動距離

本調査で採捕され, 標識を施した811個体のうち, 235個体が調査期間中に1回以上再捕された。再捕された個体の移動距離をみると, 0-200mの範囲で移動した個体が全体の55.6%, 200-400mが24.5%, 400m以上が18.7%であった。

表7 採捕されたホトケドジョウの移動距離

移動距離	個体数 (%)	
200m未満	133	(55.6%)
200m以上400m未満	58	(24.5%)
400m以上	44	(18.7%)

考察

河川と接続する水田地帯などの一時的水域は、コイ科、ナマズ科、ドジョウ科などの魚類で、生息場所、産卵場所、仔稚魚の成育場所、増水時の避難場所としての役割を持ち、その重要性が指摘されている^{4,5)}。本試験結果からホトケドジョウにおいても、主に繁殖・稚魚の育成の場として機能し、本種の生活史を支える上で重要な役割を担っていることが示唆された。

定置網調査では調査開始直後の5月第3,4週をピークに成熟個体が採捕されたことから、ホトケドジョウは水田水域への通水が開始された直後から移動を活発化させ、その目的は繁殖のためのものと推測される。また、6月下旬以降は定置網、調査区における調査とも30mm以上の個体は殆ど出現しないことから、成魚は通水開始から6月までの短期間のみ水田水域を利用していると考えられた。本種は通常1年で成熟し、天然水域における寿命は約2年である⁶⁾ことから、繁殖後に大半の個体が死亡したとは考えにくく、一時的水域から恒久水域へ移動したものと推測される。

調査区における出現個体数と環境要因の関係では植物スコアに正の相関、流速との間に負の相関がみられ、稚魚の成育の場として流れが緩やかで植物の多い水路が選択されていることが示唆された。このことは植物のある場所が繁殖には重要であることを指摘している既往の研究とも一致する⁷⁾。なお、本種は水温20℃ではふ化後15日で全長20mm程度に成長することから⁸⁾、稚魚の出現時期とサイズを考慮すると調査水域における産卵時期は5月下旬～6月上旬と推定された。

一方、水田内においては、継続的に稚魚の確認はできず、本種の繁殖場所としてはあまり利用されていないことが明らかになった。調査水域周辺の水田地帯は間断灌水による用水管理が行われ、定期的に水が干上がる上、St.13の水温変化に示されたように、30℃以上の高水温に達することも多い。本種の生息適水温は27℃以下とされる⁹⁾ため、本調査水域における水田環境が本種の生息条件と合致しないことが原因であると考えられる。

ホトケドジョウ以外に水田水域を産卵場所として利用する魚には本調査を通じて優占種であったドジョウがあげられる。ホトケドジョウは、成魚が5月下旬から6月中旬に集中し、稚魚は水路を中心に出現したのに対し、ドジョウは8月以降も成魚が出現し、水田内においても稚魚が継続して確認されるなどの違いがみられた。ドジョウはホトケドジョウに比べて成熟適水温が25℃と高く⁹⁾、腸呼吸が可能のため貧酸素にも強い。これらの要因が2種の水田水域への移入時期や繁殖場所の選択に影響している可能性もある。

標識個体の再捕結果については、採捕や標識による影響も考慮する必要があるが、本種は水田水域を広範囲に移動しながら、産卵に適した環境で繁殖を行っていることが示唆された。また、本調査河川においては堰堤の上流部などの流れの緩やかな場所において稚魚の継続的な出現が報告されており¹⁰⁾、一時的水域を有効に利用しながら河川や水路など恒久水域を含めた水域一帯で繁殖を行っているものと推測される。恒久水域も含めた水域全体の移動範囲は不明であるため、今後標識個体の追跡調査等により把握する必要がある。

近年では一時的水域を利用する魚類に配慮して、川と水路そして水田を行き来しやすい環境への取り組みが始められている¹¹⁾。本種の保全についても、移出入経路の確保の他、産卵場所の重点的な保全、稚魚の生育を考慮した用水管理のあり方など、繁殖地としての水田水域の重要性を考慮した保全対策が求められる。

謝辞

本調査を行うに当たり、渡邊丈蔵氏をはじめとする水田所有者の方々には調査を行うにあたり、ご理解とご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

要約

1. ホトケドジョウの繁殖生態を明らかにするため、水田水域において定置網による移動個体調査と調査区における魚類調査を行った。
2. 定置網による採捕では、5月第3週をピークに水田水域への移入個体が捕獲され、その多くが成熟個体であったことから、繁殖を目的に水田水域へ移動していることが推測された。
3. 水田水域の水路においては、6月上旬～8月上旬にかけて稚魚が継続して出現し、産卵時期は5月下旬～6月上旬と推定された。

4. 出現個体数と環境要因の関係を検討したところ、植物に正の相関、流速に負の相関がみられ、これらの条件を満たした水路は繁殖の場所として重要であることが示唆された。
5. 標識個体の採捕結果から、200m以上移動した個体が半数近くみられ、ホトケドジョウは水田水域を広範囲に移動しながら繁殖していることが推測された。
6. 水田水域はホトケドジョウの繁殖・稚魚の育成の場として重要な役割を担っていることが示唆され、本種の保全のためには水田水域の保全も考慮する必要がある。

文献

- 1) 環境省 (2003) : 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物－レッドデータブック－. 環境省自然環境局野生生物課, 東京, 106-107.
- 2) 山梨県 (2005) : 山梨県レッドデータブック－山梨県の絶滅のおそれのある野生生物－. 山梨県森林環境部みどり自然課, 山梨.
- 3) 加地奈々・大浜秀規 (2010) : 相模川源流域におけるホトケドジョウの分布と生息環境. 山梨県水産技術センター事業報告書, 37,69-76.
- 4) 中村智幸・尾田紀夫 (2002) : 栃木県那珂川水系の農業水路における遡上魚類の季節変化. 魚類学雑誌, 50,25-33.
- 5) 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄 (1988) : 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38,35-47.
- 6) 勝呂尚之 (2005) : 谷戸の代表種ホトケドジョウ. 希少淡水魚の現在と未来－積極的保全のシナリオ－. 信山社, 東京, 50-60.
- 7) 伊奈博彦・倉本宣 (2003) : 灌漑期と非灌漑期の谷戸の水路における絶滅危惧種ホトケドジョウの生息環境. ランドスケープ研究, 66 (5), 627-630.
- 8) 勝呂尚之 (2002) : ホトケドジョウの初期飼育条件. 水産増殖, 50,55-62.
- 9) 鈴木亮・山口元吉 (1977) : ドジョウの成熟におよぼす水温の影響ならびに周年採卵. 日本水産学会誌, 43,367-373.
- 10) 青柳敏裕 (2006) : ホトケドジョウ生態調査. 山梨県立富士湧水の里水族館年報, 5,21-29.
- 11) 鈴木正貴 (2007) : 小河川－排水路－土水路－水田のネットワーク化と効果. 水田生態工学入門. 農文協, 東京, 118-124.