

## (55) 簡易漁具データによる生息場評価の可能性： 既知生息場適性指数との比較

竹村 武士<sup>1\*</sup>・小出水 規行<sup>1</sup>・奥島 修二<sup>1</sup>・森 淳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>農村工学研究所農村環境部 (〒305-8609茨城県つくば市観音台2-1-6)

\* E-mail: [taketake@affrc.jp](mailto:taketake@affrc.jp)

簡易漁具による採捕結果は、一般に定量性に乏しく個体分布の把握には向かないと考えられている。一方、二次的自然を形成・維持してきた農村環境の劣化が叫ばれ、現状把握が喫緊の課題となっている現在、定量性を担保した詳細調査が広く各地で早急に実施されることを期待するのは非現実的である。

著者らは、簡易漁具の活用可能性を追求することを目的とし、千葉県大栄町下田川流域において簡易漁具によるタモロコの採捕および物理環境計測を実施した。同流域では本種の生息場適性指数HSIが既知とされている。これは各月1回の2年間にわたる電気ショッカー調査から開発されたものである。簡易漁具の結果を既知HSIと比較し、簡易漁具の結果を順位化することにより、それらの間に相関関係を見出した。

**Key Words :** *Habitat Suitability Index, Gnathopogon elongatus elongatus, agricultural canal, simple fishing gear*

### 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・維持等の多面的機能が期待されている<sup>1)</sup>。例えば、水田や周辺水路など水田水域は、農業の営みとともに魚類をはじめ豊かな生物相を育ててきた。しかし、戦後の社会構造の変化を背景とする様々な開発などに伴い水田水域の環境は大きく変化してきた<sup>2)</sup>。かつて普通種であったメダカは絶滅危惧II類に指定されるなど<sup>3)</sup>、水田水域の生物相保全は社会的課題である。このような状況の下、現状の把握と分析、対策およびその後のモニタリングの重要性は誰もが感じていることといえよう。それらどの場面においてもフィールド調査が果たす役割は大きい。大学や研究機関、コンサルタント等専門家に広く各地で詳細調査を実施することを期待するのは、費用的、労力的にも非現実的である。

一方、農村周辺では生きものとのふれあいの機会として手軽な道具類を用いて組織だった採捕が行われることも多く、そ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。そうした考えから、著者らは、セルビン(別称:モンドリ、ピンドウ等)という簡易漁具と電気ショッカーによる採捕結果を比較し、そこにみられた定性的関係について報告

してきた<sup>4)</sup>。簡易漁具による採捕結果でも解析に耐え得る場面は十分あるものと思われる。そのような場面では、簡易漁具の最大の利点、すなわち、人員一名から使用でき、多くの人員があればより広範な調査地に投入、短期間の大量データ取得を可能とする点が活きてくる。

本論文では、電気ショッカーの利用により既知とされている生息場適性指数<sup>5)</sup>を比較対象として、簡易漁具による採捕結果の当てはまり具合という視点からその活用可能性を検討した。その趣旨は、簡易漁具の結果から、生息場評価を試みる余地があるか否かにある。なお、対象魚種は水田域に広くみられるタモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* とした。

### 2. 材料及び方法

#### (1) タモロコの生息

タモロコは、コイ科モロコ亜科タモロコ属に属する魚類で、主として中部以西が自然分布域とされるが、関東平野にも広く分布する<sup>6)</sup>。これは東京府水産試験場が1939, 1941年に移植放流したものが繁殖したことによると考えられてきたが<sup>7)</sup>、それ以前にも利根川等での生息が確認されており<sup>8)</sup>、関東平野のタモロコが移植に

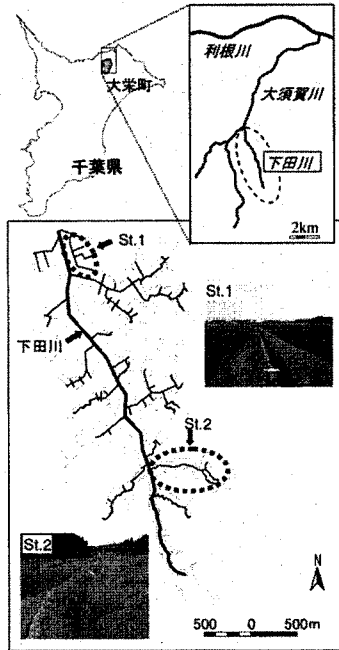


図-1 対象水路 (千葉県大栄町)

よるか自然分布によるかは定かでない<sup>6)</sup>。一方, Katano et al.<sup>9)</sup>が指摘したその指標性, すなわちタモロコの出場所では多様な魚種が出現していたことや水田域に広くみられる種であることなどが注目される。

タモロコは農業水路や河川中・下流域の淀んだ水域の中層および底層を生息場とし, 琵琶湖付近での産卵期は4~7月<sup>7)</sup>で水草や抽水植物の根などに不透明な沈性粘着卵を産みつける<sup>6)</sup>。雌雄ともふつう満1年で成熟するとされ, 孵化後9月頃までに急速に成長, 平均全長6~7cmに達し, その後翌年春まではほとんど成長せず, 春に至って再び成長, 満2年で9~10cmが普通の体サイズと考えられている<sup>10)</sup>。

## (2) 対象水路

利根川の2次支川で千葉県大栄町を流れる下田川流域に対象水路を定めた。下田川流域は北総台地を刻む谷底平野および台地に樹枝状に入り込む数多くの細長い谷津からなる<sup>11)</sup>。谷底平野や谷津の多くが水田に利用されるが, 谷頭や支谷には休耕田も多くみられる。著者らは既下田川流域での網羅的調査により, 流域の魚類分布について蓄積を得ており<sup>12)</sup>, 多数のタモロコ個体(以下, 「個体」)が生息する水路を選定することとした。

選定したのは, 図-1に示す2本の水路(以下, 「St.1」, 「St.2」)で, ともに通年水が溜れることはない。St.1は下田川流域の最下流部に位置し, 周辺水田域は圃場整備済み, 幅80cmのコンクリート柵水路である。St.2は下田川流域の上流部に位置し, 未整備の水田

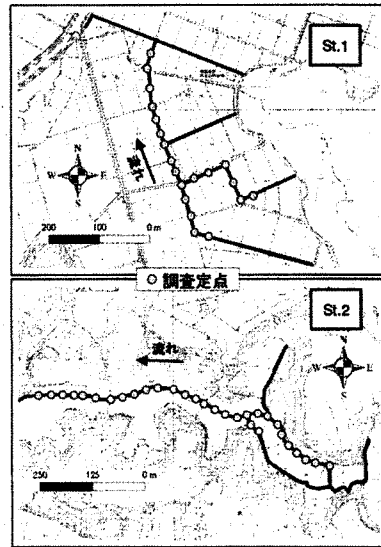


図-2 調査定点

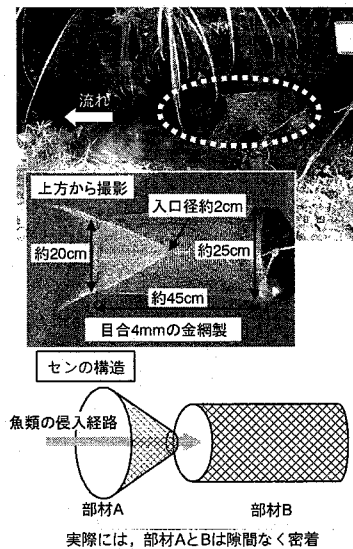


図-3 センの諸元, 構造と設置の様子

域を流れる。ごく一部には木柵が露出し, 過去には木柵水路であったことがうかがわれるが, 既に朽ち果て土で埋まり, 水面幅40~70cm程の土水路となっている。

## (3) 魚類採捕および物理環境計測

対象水路においては, 魚類採捕および物理環境計測を行う調査定点を偏り無く設けることとし, 図-2のように定点を定めた。設けた定点は, St.1で計20点, St.2で計30点, 隣り合う定点の間隔は平均約30mである。

魚類採捕は, 図-3に示すセンによって行い, その設置・回収は, 2004年7月~10月および2005年4~7月の間,

表-1 物理環境要因の計測要領

要因	計測値またはカテゴリ
水深 <sup>1</sup>	横断面平均 (cm)
流れ <sup>2</sup>	微 (0~10cm/s), 遅 (10~20cm/s) 中 (20~30cm/s), 速 (30cm/s以上)
植生被度 <sup>2</sup>	なし (0%), 低 (0~25%) 中 (25~75%), 高 (75~100%)

<sup>1</sup>数量要因, <sup>2</sup>カテゴリ要因

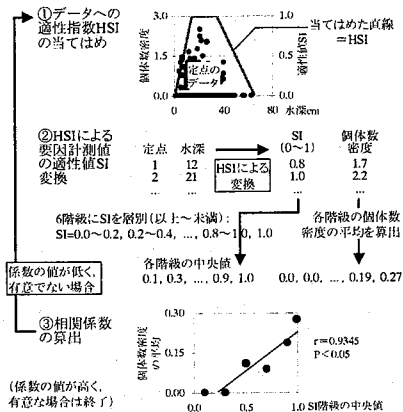


図-4 適性指数 HSI の作成手順 (小出水ら<sup>5)</sup> より)



図-5 電気ショックによる魚類採捕

表-2 タモロコの採捕結果

	仔魚 <sup>1</sup>	稚魚・未成魚 <sup>2</sup>	成魚 <sup>3</sup>
St.1	0	503	925
St.2	0	66	716

<sup>1</sup>全長2cm未満, <sup>2</sup>全長2cm以上5cm未満, <sup>3</sup>全長5cm以上

概ね1~2週間間隔で繰り返した。センの設置時は水深が浅くともセンの入口が水面下に没するよう配慮し、回収は設置から一昼夜を経た後行った。採捕個体は、全長(0.5cm単位)を記録後、その場に放流した。

物理環境計測は、センの設置および回収時に、定点上の横断面において実施した。計測は、水深、流れ、植生被度の3つの環境要因について表-1に示す要領にしたがって実施した。なお、計測の効率化を図るため、流れ、植生被度は便宜的にカテゴリ計測によった(表-1)。

#### (4) 比較対象 (HSIおよびCSI)

下田川流域において既知のタモロコの生息場適性指数 (Habitat Suitability Index. 以下、「HSI」) および HSIより導かれる合成適性指数 (Composite Suitability Index. 以下、「CSI」)<sup>5)</sup>を比較対象とした。小出水ら<sup>5)</sup>は、これらを用いた HEP (Habitat Evaluation Procedures) 法により下田川流域におけるタモロコの適性生息場の評価を行った。

HEP法は、1976年に米国で開発された、対象生物にとっての生息場の価値 (ポテンシャル) の定量化手法である<sup>13)</sup>。定量化はハビタット・ユニット (Habitat Unit. 以下、「HU」) を式(1)で計算することにより行われる。

$$HU = \text{生息場の量} \times \text{生息場の質} \quad (1)$$

生息場の量は面積、質はHSIまたはCSIが相当する。HSIは、対象生物の環境要因に対する適性度を0 (不適) ~ 1 (最適) の(曲)線で定量化したものである。CSIは、複数の環境要因に対する各HSIを式(2)のように合成して求められる。

$$CSI_{i,j,k,\dots} = HSI_i \times HSI_j \times HSI_k \dots \quad (2)$$

ここで、i, j, kは各環境要因が対応する。

比較対象としたHSIは、仔魚 (全長2cm未満)、稚魚・未成魚 (全長2cm以上5cm未満)、成魚 (全長5cm以上) の成長段階別に図-4のように求められた<sup>5)</sup>。(曲)線の当てはめには、計24の定点において月に1回の電気ショック (図-5) による調査で得られた2年間にわたるデータが用いられた。その際、単位採捕水面積あたり個体数 (個体数密度) が適性度の指標として利用され、当てはめの妥当性が統計的有意性を認められるまで(曲)線の当てはめ作業が繰り返されている (図-4)。

### 3. 結果及び考察

#### (1) 採捕個体

St.1では計30回、St.2では計23回のセンの設置・回収を行った。表-2に採捕結果を示す。仔魚個体は採捕されなかった。採捕個体は最小で全長3cmで、センの目合(4mm)などが影響したと考えられた。

採捕個体は主として成魚であった。著者らのセルビン (図-6)、電気ショックを用いた採捕結果の現地比較実験では、理由は定かでないものの、両漁具で採捕されたドジョウの全長は、セルビンでより大きい傾向にあった<sup>4)</sup>。センもセルビンも待ち受け型の漁具である。その形態なども類似し、漁具内部へ侵入するには流れに逆らって遡上するだけの遊泳力を要する点も共通する。このような採捕特性が成魚中心の採捕結果につながったものと推察される。待ち受け型の漁具の利用に当たって

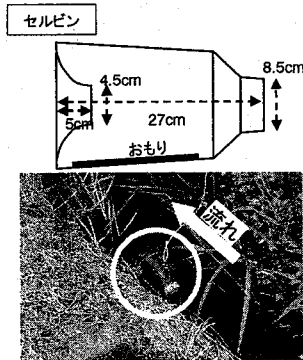


図-6 セルビンの諸元と設置の様子

は小型個体が採捕されにくい傾向があるということに留意すべきと考えられる。

## (2) 既知のHSI, CSIとの比較

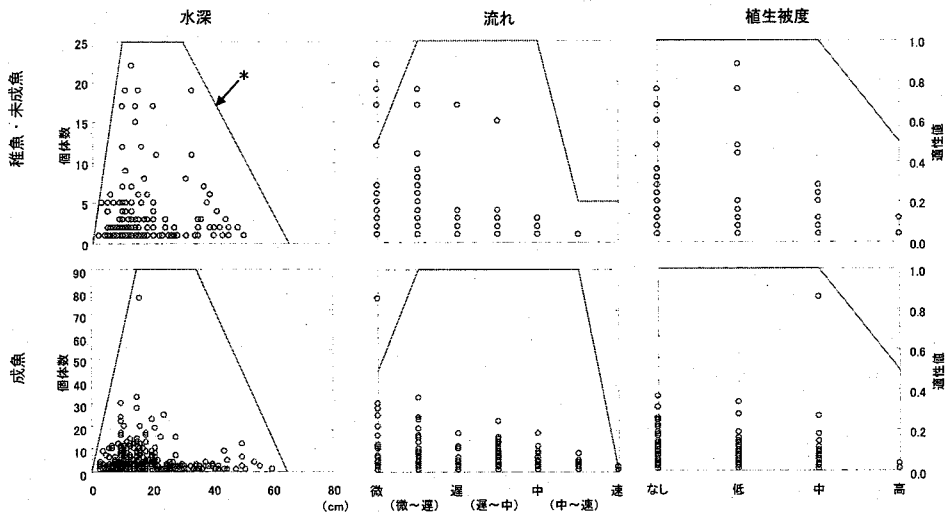
図-7は、実線で既知のHSI<sup>5)</sup>を、各プロットで今回得たセンでの定点データ(各定点、各回ごと)を示している。採捕個体数が0であったデータは除外した。これは、セン周辺の生息個体数とは関係なくセンの設置が悪くなったために採捕個体数が0となる場合があるものと考えたことによる。これに対し、少なくとも1個体が採捕されていれば設置に問題はなく、採捕個体数は周辺の生息個体数に関係した結果を示していると考えた。

図-7をみると、データ分布は縦軸方向下部、すなわち個体数が少数である方に偏り、HSIへの当てはまりは良いとはいえない。何らかのデータの加工が必要と考えられた。著者らはセルビンと電気ショッカーによるドジョウの採捕個体数の間にみられた定性的傾向について、そ

れぞれ採捕個体数の順位化を行うことで強い相関関係を見出すことに成功した<sup>4)</sup>。このことを参考に、センもセルビンも類似の簡易漁具であることから、採捕個体数の順位化を図った上で再度比較を試みることにした。順位化は各St、各調査回ごとに、採捕個体数の少ない方から行った。したがって、順位化の値が大きいほど、その定点における採捕個体数が、同St、同調査回において多かったということを示す。

図-8に順位化した結果を示す。ここでは、縦第1軸で順位を、同第2軸で適性値を示した。HSIの(曲)線で包括しきれないプロットもいくつかあるが、データ分布の偏りは解消され、当てはまり具合も向上したようである。そこで、図-8のデータを対象に、既知のHSI(曲)線に基づき環境要因の計測値を適性値SI(0~1の値)に変換し、水深、流れ、植生被度の合成適性指数CSIを求めた。図-9に結果を示す。図では、横軸をCSI、縦軸を順位とした。稚魚・未成魚、成魚ともに相関係数は低く(各々0.011, 0.111)個々のプロットは大きくバラツいたが、網がけて示した部分に多く分布する傾向がみられた。HEPの考え方では、HSI(この場合CSI)はそのハビタット条件において取り得る最大値に対応する指数<sup>13)</sup>であり、ここではプロットがバラツいたことよりも網がけ部分への分布が多い傾向がみられたことに注目したい。

次に、この傾向をさらに検討するため、データの平均化を図ることとし、CSIを0.2単位で層別し、各階級におけるCSI平均値、順位の平均値を求め、散布図上にプロットした(図-10)。この場合、相関係数は稚魚・未成魚の場合、 $R=0.73$  ( $n=6, p>0.05$ )、成魚の場合、 $R=0.87$  ( $n=6, p<0.05$ )と一般的に言えば強い相関<sup>14)</sup>がみられた。これは、生息場の質(CSI)が高いほど(生息可



\*各图中的実線は小出水ら<sup>5)</sup>により求められた適性指数HSIを示す

図-7 センで得られた結果とHSIの比較

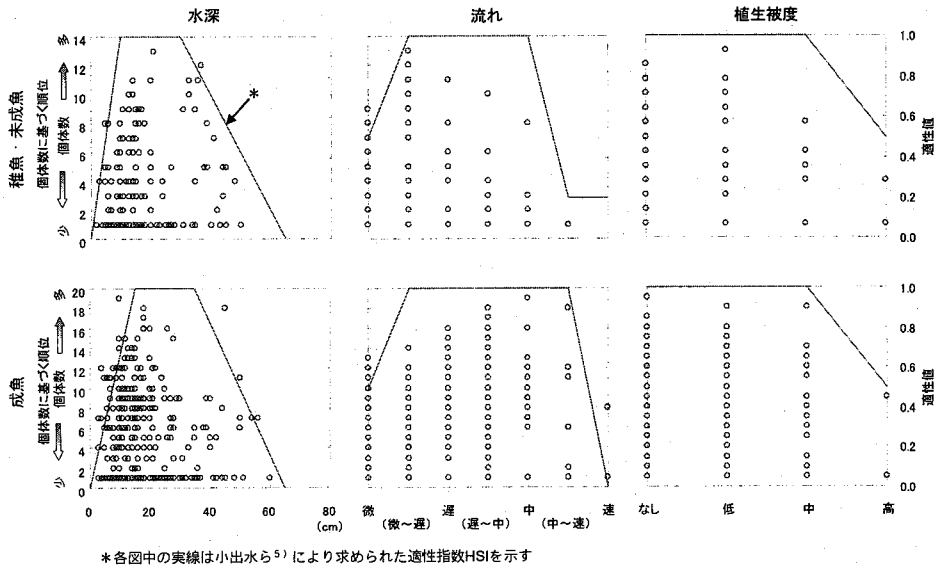


図-8 センで得られた結果（順位化）と HSI の比較

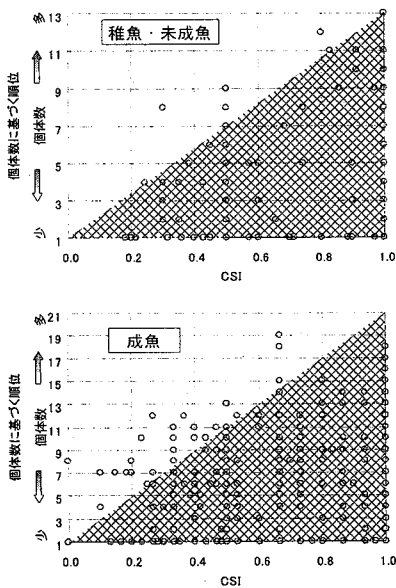


図-9 センで得られた結果（順位化）と CSI の比較

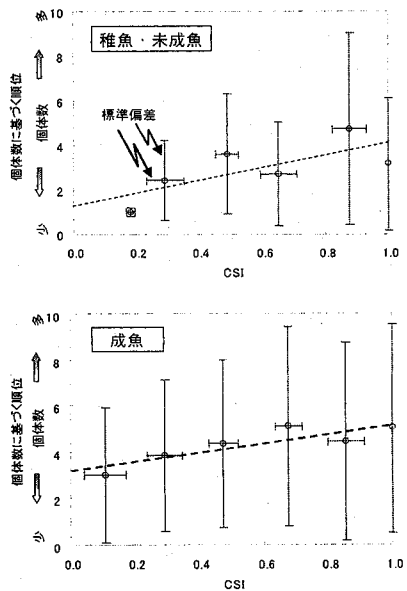


図-10 層別化した場合の CSI の平均値と順位平均値

能) 個体数が多いという適性指数の前提について、センによる採捕個体数（ここでは順位）でも満足できたといえる。一方で、標準偏差（図-10）をみると、先に個々のプロットでみたようにバラツキが大きく、少量のデータしか得られていない場合には、個体数の大小を問うことや生息場の評価は避けるべきと考えられる。データ量による分析への影響については今後の課題といえる。

以上みたように、センのような待ち受け型の簡易漁具は、データの取り扱い上、間隔尺度<sup>15)</sup>を必要とする場面には向かないと考えられる。しかし、一方で順序尺度

に置き換えることで、課題は残されているものの、活用範囲が広がる可能性が示された。

#### 4. おわりに

本研究では、タモロコを対象にセンという簡易漁具で得られた採捕結果について、既知の適性指数 HSI および CSI への当てはめという観点から検討した。その趣旨は、

簡易漁具で得られた結果から、電気ショッカーのような定量採捕が期待される一方、高価で入手や使用手続きが煩雑な漁具を用いた調査結果およびそこから導かれたHEPをはじめとする生息場評価手法に迫ることができるのか、という点にある。その評価は十分ではなかったかも知れないが、その可能性の一端は示すことができたものと考えられる。すなわち、採捕個体数の順位化というデータ処理により、既知のHSI(曲)線への当てはまり具合は向上し、HSIの合成適性指数であるCSIとの相関性についても多量のデータを要したものの、その平均値を用いることで強い相関を得ることができた。センのような簡易漁具による採捕結果の活用場面として、HSIの作成、HEPの応用も今後検討の余地があり得るといえる。簡易漁具は、人員一名から使用可能であること、多くの人員があれば広範な調査地に投入し、短期間の大量データ取得を可能とすることが最大の利点である。この利点が活かされるためには、適用条件や採捕特性の把握などが今後の課題となる。

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。現地調査に際し、(株)日本海洋環境調査事業部蛭原周氏にご協力頂いた。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) 自然環境復元協会編:農村ビオトープ, 信山社サイテック, 2000.
- 3) 環境省:改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 汽水・

淡水魚類, 2003.

- 4) 竹村武士・小出水規行・奥島修二・山本勝利:セルビン、電気ショッカーを用いた魚類採捕結果の比較, 環境工学研究論文集, 42, pp.523-528, 2005.
- 5) 小出水規行・竹村武士・奥島修二・相賀啓尚・山本勝利・蛭原周:HEP法による農業排水路におけるタモロコの適性生息場の評価, 河川技術論文集, 11, pp.489-494, 2005.
- 6) 細谷和海:タモロコ, 日本の淡水魚, 山と溪谷社, pp.298-299, 1989.
- 7) 中村守純:関東平野に繁殖した移植魚, 日本生物地理学会会報, pp.333-337, 1955.
- 8) 青柳兵司:日本列島産淡水魚類総説, 大修館書店, pp.131-133, 1957.
- 9) Katano O, Hosoya K, Iguchi K & Yamaguchi M.: Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice fields, *Environmental Biology of Fishes*, 66, pp.107-121, 2003.
- 10) 中村守純:タモロコ, 日本のコイ科魚類, (財)資源科学研究所, pp.112-116, 1969.
- 11) 大栄町史自然編編さん委員会:大栄町の地理, 大栄町史自然編, pp.2-20, 1997.
- 12) 小出水規行・竹村武士・奥島修二・山本勝利・蛭原周:魚類の生息分布に影響を及ぼす農業排水路の環境要因, 河川技術論文集, 10, p.339-344, 2004.
- 13) 日本生態系協会:環境アセスメントはヘッブ(HEP)でいきる, ぎょうせい, 2004.
- 14) 石村貞夫:すぐわかる統計解析, 東京図書, 1993.
- 15) 石村貞夫:グラフ統計のはなし, 東京図書, 1995.

(2006.5.26受付)

## Possibility of Practical Use of Datum Observed by Simple Fishing Gears on Agricultural Canals in Yatsu Paddy Fields

Takeshi TAKEMURA<sup>1</sup>, Noriyuki KOIZUMI<sup>1</sup>, Shuji OKUSHIMA<sup>1</sup> and Atushi MORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Rural Environment, National Institute for Rural Engineering

Datum observed by using simple fishing gears are generally supposed to be not suitable for grasping individual distribution. On the other hand, it is not realistic for limited specialists to perform detailed investigation over the country. It is significant to pursue the possibility of analyzing like above mentioned datum.

We have performed investigation of field gudgeon individuals distribution by using simple fishing gears and measured water depth, type of flow-condition and vegetation density on agricultural canals in Yatsu paddy fields of Shitada-gawa River basin, Chiba Prefecture. HSI, Habitat Suitability Index, for field gudgeon of the River basin were already-known. These HSI were developed using datum observed by using an electrochocker. We applied datum observed by using simple fishing gears to those HSI. In result, ranking of numbers of captured individuals seemed to be fit to HSI curves comparatively. Besides, there were strong relationship between above mentioned ranks and values of CSI, Composite Suitability Index, calculated based on HSI curves.