

3. 魚類の移動ネットワーク断点の判定方法

落差工などの構造物は、魚類が上流あるいは下流に移動する際の障害となる可能性がある。このような箇所を境として魚類が上下流移動できるか(上下流でネットワークがつながっているか)どうかは調査対象水路の魚の棲みやすさの改善に向けて重要な判定となる。従って、スコアが低い調査区間の前後や調査対象水路全体において、魚類の移動障害となりうるネットワークの断点がないかどうかを確認する必要がある。

移動ネットワーク断点の判定には、簡便な順から①既存の図面などを用いる方法、②河川と排水路、排水路内の踏査による方法、③タイムラプスカメラや水位計を用いた水位観測による方法、④魚類の標識採捕調査による方法があり、後者ほど精度が高くなるが機材のコストや労力・時間を必要とする。簡便な手法で断点が見つかったとしても、水路壁に残されている水面の痕跡などから水位が上昇したときにネットワークが一時的につながる可能性を判断できるため、まず簡便な手法から試みることを勧める。

3-1. 移動ネットワークの簡便な判定法

① 既存の図面を用いる方法（主な対象水路：幹線排水路 支線排水路 幹線用水路）

幹線排水路や幹線用水路、小河川などに設置された比較的規模の大きな落差工は、国土地理院の1/25,000地形図や空中写真を判読することで、現場にいかなくても見つけることができる。しかし、落差工の規模や位置（木の陰など）によっては見つけることが難しい場合がある。また、実際の落差工の大きさなどは、地図からでは判断できない。なお、土地改良事業が実施された時の工事の図面も、落差工の位置を特定するのに役立つ。

ここでは、既存の図面としてインターネット地図を利用して、農業水路に設置された落差工などの横断構造物を見つける方法を紹介する。インターネット地図には無料で閲覧できる<国土地理院の地理院地図>を利用した。以下の図3-1、3-2、3-3はこの地理院地図を加工して作成した。

- 1) google chrome、internet explore、Firefoxなどのウェブブラウザから地理院地図サイト <https://maps.gsi.go.jp/>にアクセスする。
- 2) 地図が出たら（図3-1）、マウスをドラック（移動）あるいはスクロール（拡大・縮小）して、対象地域を表示させる。
- 3) 画面左下の縮尺スケールが30mになった時（縮尺1/25,000相当、図3-2上の青矢印）、幅約4m以上の水路であれば横断構造物が記載されているのが分かる（図3-2上の赤○）。
- 4) また、画面左上の<情報>をクリックし（図3-2上の緑矢印）、表示されたトピックタブ上部の<空中写真・衛星画像>、続いて<全国最新写真（シームレス）>をクリックすると空中写真に切り替わる（図3-2下）。
- 5) 空中写真であれば、地形図に未掲載の横断構造物（図3-2下の赤点○）や幅4m未満の水路における構造物も見つけられる場合がある（図3-3）。



図 3-1 地理院地図の初期画面

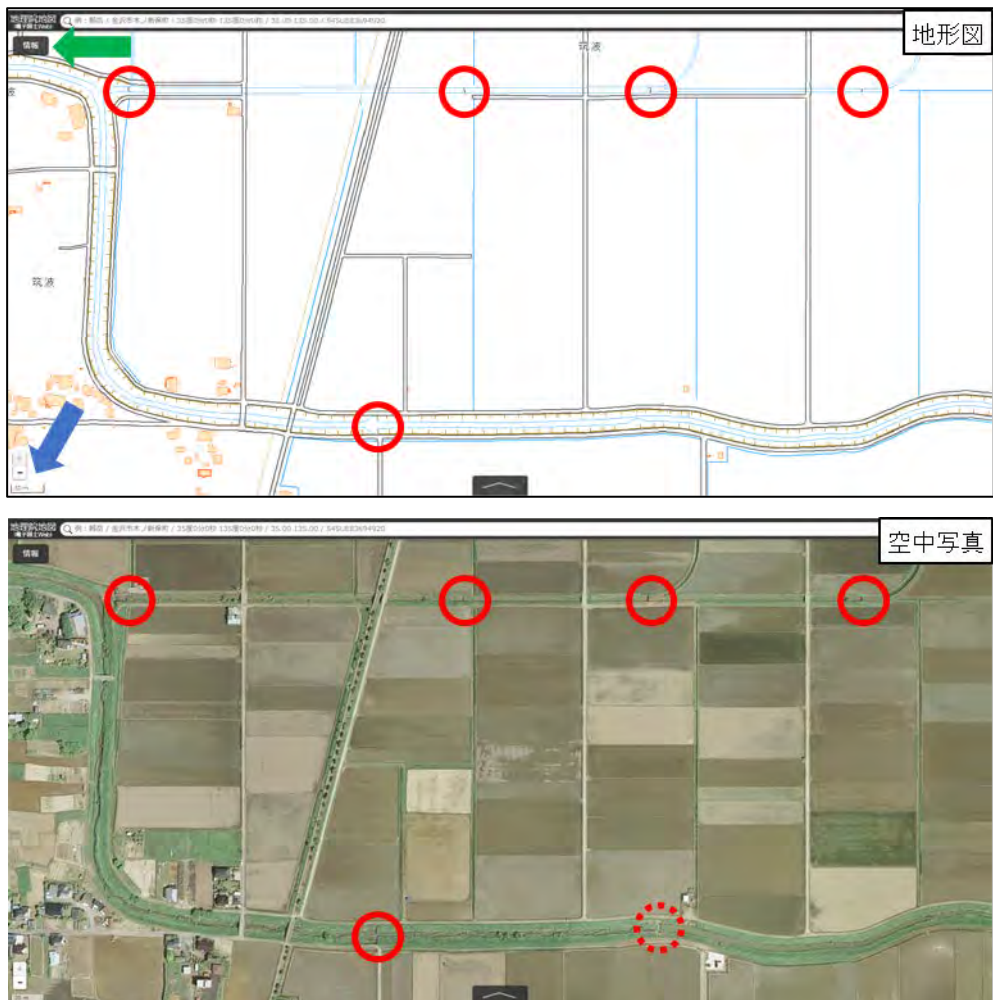


図 3-2 対象地域の農業水路における横断構造物の位置（上は地形図、下は空中写真、赤○及び赤点○が構造物の位置）



図 3-3 幅 2～3.5m の水路における横断構造物の位置

② 河川と排水路、排水路内の踏査による方法（ **幹線排水路** **支線排水路** **末端排水路** ）

現地における水路踏査によって、落差工の位置を特定し、落差を計測することにより、落差工の高さや図面には記載されていない小さな落差工の情報が得られる。

ただし、非灌漑期に落差が大きくても、灌漑期には落差工の上流と下流の水位差が小さい場合や、上流に山林がある水路の落差工などでは、降雨時に落差の小さい状態になる場合もある。このような水位変動は、単発の踏査だけでは把握できないことに留意が必要である。

ここでは水路踏査の準備、実施、記録のまとめにあたってのポイントについて簡単に触れる。

1) 水路踏査の準備

- (1) 水路踏査の計画を立てる。具体的には対象地域の図面を用いて踏査水路を選定し、水路の延長や幅、踏査の日数や人数などを勘案して行程を決める。事前に踏査水路への行き方や時間などを調べておくと、踏査当日の行程を円滑に進めることができる。
- (2) 水路踏査の携行品を準備する。主要品として、図面（インターネット地図の打ち出し、1/25,000 地形図、タブレット端末など）、標尺（スタッフ）、巻き尺、コンベックス、クリップボード、耐水野帳、ウェーダー（胴長）、帽子、長袖シャツ、手袋、雨具などが挙げられる（図 3-4）。水濡れや虫刺されなども考慮して準備するとよい。

2) 水路踏査の実施

- (1) 現地到着後、ウェーダーなどに着替えて、携行品を確認する。車を停める場合は、通行の邪魔にならないよう、また私有地（路肩も含む）での無断駐車にならないよう注意する。
- (2) 図面上で現在地を特定し、水路踏査の開始地点に移動する。場所にもよるが、踏査は水路下流から始めると効率よくできる場合がある。水深が深く、流れが強い場所は危険なので立ち入らないようにする。



図 3-4 水路踏査の携行品の例

- (3) 水路踏査を開始し、落差工などを確認した場合はその地点を図面に記録する。水路の幅や水面幅などを計測し、計測値や流れの状況に合わせて、横断面や縦断面図を描けるように水深や底質の状況（土砂の溜まり方）などを記録する。
- (4) 今、いる地点の上流、下流、左岸、右岸の写真を撮り、記録に漏れがないか確認して、次の地点に移動する。

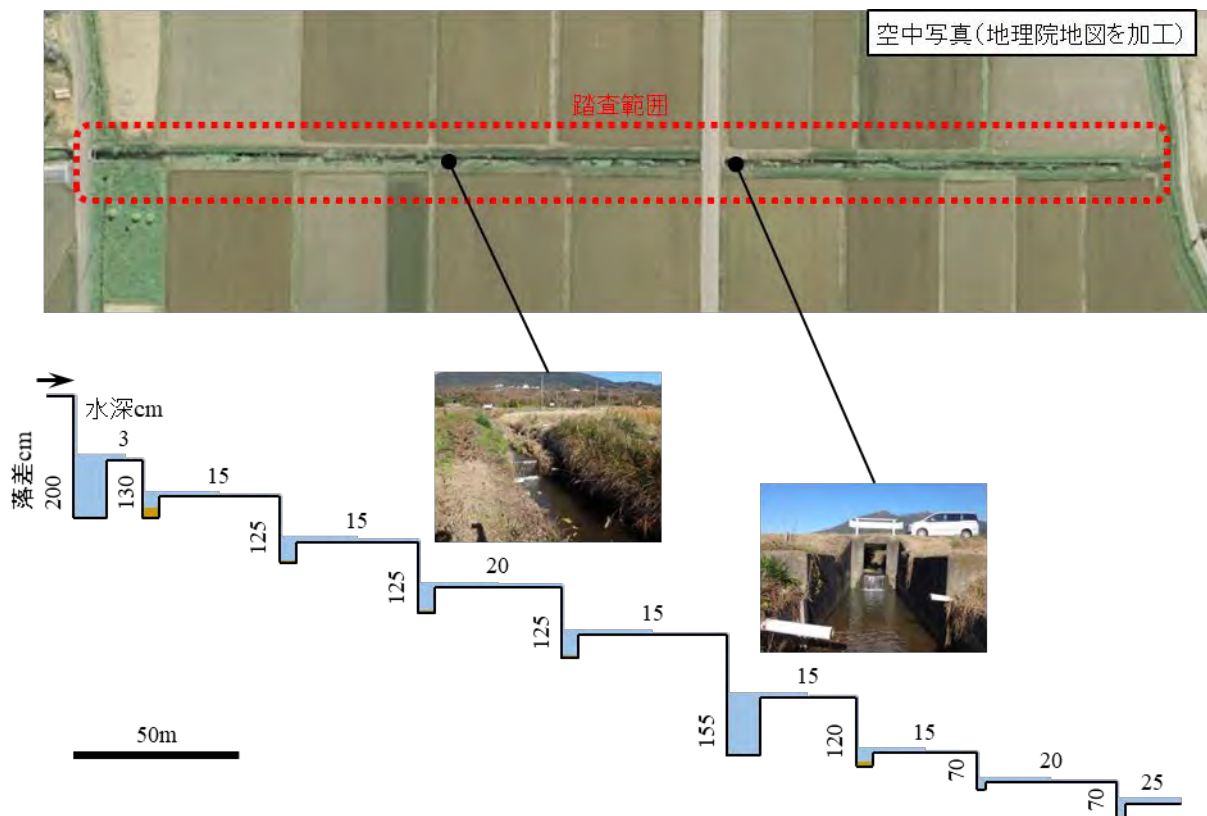


図 3-5 水路踏査結果に基づく落差工の配置

3) 水路踏査の記録のまとめ

- (1) 水路踏査終了後、計測記録を利用して水路図面（縦断図）を作成する。作成はCADソフトも利用できるが、パワーポイントやエクセルで十分に対応できる。
- (2) 図3-5は上述に従って水路踏査を実施し、その踏査記録から作成した落差工の配置図の一例である。作成はパワーポイントを使用した。

③タイムラプスカメラや水位計を用いた水位観測による方法（**幹線排水路** **支線排水路**）

自動記録機能をもったタイムラプスカメラや水位計を利用すれば、一定の時間間隔で継続的に落差工の水位を観測できる。ここでは、タイムラプスカメラを利用する場合のカメラの設置及び観測、観測結果の取りまとめ例について触れる。

- 1) タイムラプスカメラを準備する。TLC200 (<http://www.bicom-j.com/product/TLC200.htm>、図3-6)などが利用できる。
- 2) 設置場所、カメラの固定方法（例えば、図3-6右）、記録間隔時間、設置期間などを決定する。設置許可の有無の確認、盗難や洪水による紛失及びそれへの対応なども検討する。



図3-6 タイムラプスカメラの設置例



図3-7 タイムラプスカメラが捉えた落差工における降雨時の水位変動

3) 設置準備ができたなら、カメラを所定の場所に設置する。カメラの正常作動を確認し、観測を開始する。観測期間中は余裕をもって、バッテリーやメモリカードを交換し、風雨やいたずらによってカメラが移動していないか、レンズが汚れていないかなど、定期点検を実施する。

4) 観測結果の取りまとめ：水路の落差工にタイムラプスカメラを設置して、灌漑期間中に1時間間隔で水位を観測（撮影）した。図3-7はその観測結果の一例であり、落差工による水位差が降雨によって一時的に解消されている。このようなタイムラプスカメラを用いた連続観測により、灌漑期と非灌漑期における水位変化の違いや降雨によるネットワーク断点の解消状況を調べることができる。

④ 魚類の標識採捕調査による方法

(幹線排水路 支線排水路 末端排水路 幹線用水路 支線用水路 末端用水路 用排兼用水路)

③の水位観測では、水位差がなくなる（小さくなる）場合があることは確認できるが、実際に魚類が遡上するかどうかまでは明らかにできない。遡上を確認する方法には標識採捕調査が有効である。標識をつけた魚を落差工の下流に放し、一定時間後に落差工の上流で採捕調査を行ない、標識をつけた個体が採捕できれば、遡上できたことが証明される。

標識の種類には、イラストマータグやリボンタグ、PITタグなどがある（表3-1）。

表 3-1 魚類への標識の例

方法	概要	調査例
ヒレ切除	<ul style="list-style-type: none"> 魚の腹ビレの一部などを切り取り、識別する 時間が経つとヒレが再生するため、長期間の調査には不向き 	鈴木ら 2004
アンカータグ	<ul style="list-style-type: none"> 個体番号のついたT字型のタグを装着する 	守山ら 2008
イラストマータグ	<ul style="list-style-type: none"> 蛍光色などの色付きのシリコンを魚の皮下に注射する 色の種類や注射する場所を変えることにより、放流場所や個体の識別もできる 	皆川ら 2010 鈴木ら 2004 竹村ら 2006 久保田ら 2018
PITタグ	<ul style="list-style-type: none"> 個体の識別ができるICタグを魚の体内に挿入する 個体を再採捕しなくても、アンテナの近くを通った個体を記録できる 	山下ら 2010
バイオテレメトリー	<ul style="list-style-type: none"> 電波発信機や超音波発信機を魚の体内または体外に装着する 個体を再採捕しなくても、受信エリア内における個体の在否を把握できる 	森ら 2013

ここでは、表 2-1 の中から、イラストマーと呼ばれる蛍光色シリコンを魚体皮下に注射する体内標識法について概要を述べる。イラストマーはメダカ、ドジョウ、タモロコなどの農業水路に生息する小型魚類の移動調査に多用されている。イラストマーにおける注射作業は、最初、不慣れであっても、10 数個体を処理することによって、比較的簡単にコツを掴むことができる。

1) イラストマー (<https://www.tanaka-sanjiro.com/products/c/3/10/1>、図 3-8) を準備する。

2) 標識用の個体採捕と標識手順、標識個体の放流及び採捕方法について調査計画を立てる。事前にイラストマーの標識練習を行ってもよい。



図 3-8 イラストマーセットの例

3) 標識用の個体を採捕する。採捕によって個体が弱まらないように、また、できるだけ魚体を傷付けないようにするため、定置網を利用することが多い(図 3-9)。

4) 定置網にかかった採捕個体を丁寧に取り出し、準備したバケツなどの容器に入れて畜養する(図 3-10)。また、標識する個体については市販されている FA100 などで麻酔をする。どの容器も酸欠にならないようエアレーションすることが望ましい。



図 3-9 定置網の設置

5) 麻酔の効いた個体からイラストマーを注射する(図 3-11)。注射する部位や色を変えることによって、場所、時期、個体などを識別できる。注射後の個体は直ちに、エアレーションした蘇生バケツへ戻す。

6) 個体の蘇生を確認後、所定の地点に放流する。

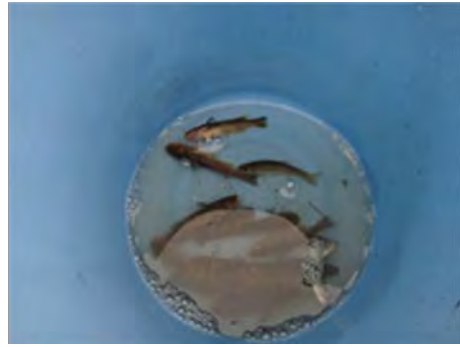
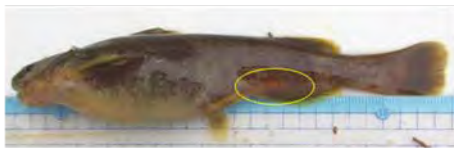


図 3-10 畜養中の個体（左）と麻酔個体（右）



オレンジの蛍光色素を注射



点線矢印は1個体、実線矢印は2個体の移動を表す。
赤丸内の数字は移動しなかった個体数を表す。

図 3-11 イラストマー標識個体（左）と標識採捕記録による標識個体の移動範囲の推定

7) 定期的に採捕を繰り返し、採捕個体の標識の有無を記録する。このようなデータを継続的に蓄積すれば、標識個体の移動状況を調べることができる。

例えば、岩手県の農業水路で行われた魚類の移動調査では、イラストマータグを注射したギバチ 869 個体を放流し、27 個体が再採捕された。放流場所と再採捕場所を比較すると、48 % の個体が上流または下流に移動し、最大で 1,500 m 移動していたことがわかった。この移動範囲内には魚道のついた落差工があるが、落差工を遡上している実態を明らかにすることができた（図 3-11）。

※多面的機能支払交付金による活動でも可能な、幹線排水路、幹線用水路における移動ネットワークの簡単な解消方法については、「4-1.ネットワーク断点の簡便な修復事例や解消方法」の①幹線排水路での修復事例 ～粗石付き斜路型魚道（31～32 ページ）、支線排水路・末端排水路での修復事例は、②支線排水路での修復事例 ～玉石やベニヤ板を用いた落差工解消（33～34 ページ）、③末端排水路と水田間の断点解消事例は、34～35 ページに掲載したので、参考にしてほしい。なお、水路内に環境配慮のための構造物を施工する際には、土地改良区など水路の所有者・管理者等と協議して了解を得ることとする。