

# カエル類の移動経路確保に配慮した水路工法の検討

前野正博\* 上野秀治\*

## The Examination of the Method to Keep Corridors of Frogs

Masahiro MAENO\* Shuuji UENO\*

土地改良事業によって山際に配置されるコンクリート水路構造物が、水田周辺を生息場としているカエル類の繁殖時等の移動経路を分断し、その生息に影響を及ぼしている。今回カエルの運動能力・行動特性を考慮した上で、事業現場からのニーズである既存のコンクリート製品を用いた配慮工法（縦型スロープ水路工）を考案した。

Key Words : 移動経路, 縦型スロープ水路工, コンクリート2次製品水路

### I. 緒言

ほ場整備事業をはじめとする土地改良事業は、農業生産性向上や農業構造の改善等を図り、農業の持続的発展や食料の安定供給に貢献しているが、一方で農村の自然環境に負の影響を及ぼしている。近年里地里山と言われる身近な自然環境の重要性や危機についての関心が高まる中、「新・生物多様性国家戦略（2002）」で里地里山の生態系破壊の問題が明確化された。また、食料・農業・農村基本法や土地改良法にも環境配慮の理念が盛り込まれ、農林水産省生物多様性戦略において、農業農村整備の方向性に「生物多様性に配慮した生産基盤整備」へと示されたところである。

本調査研究では、水田生態系の指標的な種であるカエル類の生息に着目し、生息に負の影響を及ぼしている山際に設置されたコンクリート水路構造物に対して配慮方法の検討を行った。

#### 1. 水路のコンクリート化について

土地改良事業においては合理的な用水供給や水田の汎用化等の目的で用排機能が分離され、それぞれ用途別に水路が設置される（用排分離）。これらの整備にコンクリート構造物が使用される理由として以下に掲げる。

- ・合理的な用水の確保と配分（漏水防止）
- ・土砂堆積の軽減、維持管理の容易性

コンクリート水路の特徴

小さな断面で効率よく水を流すことができる。

側壁を垂直にでき、水路敷き幅が狭小になる。

水路を深くすることが可能であり、水田の排水改良が容易となる。

#### 2. カエル類の生活史について

水田周辺に生息するカエル類は、浅い止水域を繁殖・幼生育場として必要としており、この機能を多くの水田が果たしてきている。また、変態後の成体は、陸域で生息し、水田に隣接する樹林地内に移動する。つまり、カエル類の生活史を健全に維持するためには、水田と隣接する樹林地等との往来が保障されていないと行けない。特にアカガエル科は手足に吸盤を持たない地上性のカエルであるため、コンクリート水路の直壁は大きな障害となることが予測される。

### II. カエル類の生息と運動能力・行動特性

#### 1. 山際の構造物による生息への影響に関する調査

山際構造の違いによるカエル類の生息との関係について、卵塊調査を行った。

調査場所： 越前市白山地域（定点5地区）

調査時期： ヤマアカガエル・ニホンアカガエルの繁殖時期（平成19年2月～3月）2回

調査方法： 各調査エリアにおいて、山際の構造物に着目し、踏査により卵塊の位置・卵塊数を目視により確認し記録

調査結果： コンクリート水路・アスファルト道路に面した水田は、直接山林に接している水田に比べて、繁殖箇所数・1箇所あたりの卵塊数ともに少ない。（第1図）

#### 2. カエル類の運動能力調査

移動障害となる水路の規模を明らかにする。

調査場所： 福井県農業試験場内（室内実験）

県土地改良事業団体連合会（実験水路）

調査方法： 越前市白山地域で採取した成体を用い、以下の項目の実験を行う。

- ・跳躍力（水平方向）（垂直方向）
- ・登坂能力（コンクリート面）
- ・遊泳能力（静水内）

各調査項目において個体毎に5回測定を行い、最大値をその個体の能力とした。

調査結果： 幅 30cm 高 12cm 仰角 51° 以上の構造物では移動（横断）の阻害要因となると考えられた。水理計算における最小許容流速（水中植物の繁茂抑制） $V=0.7\text{m/sec}$  下では自由な遊泳は困難であった。（第1表）

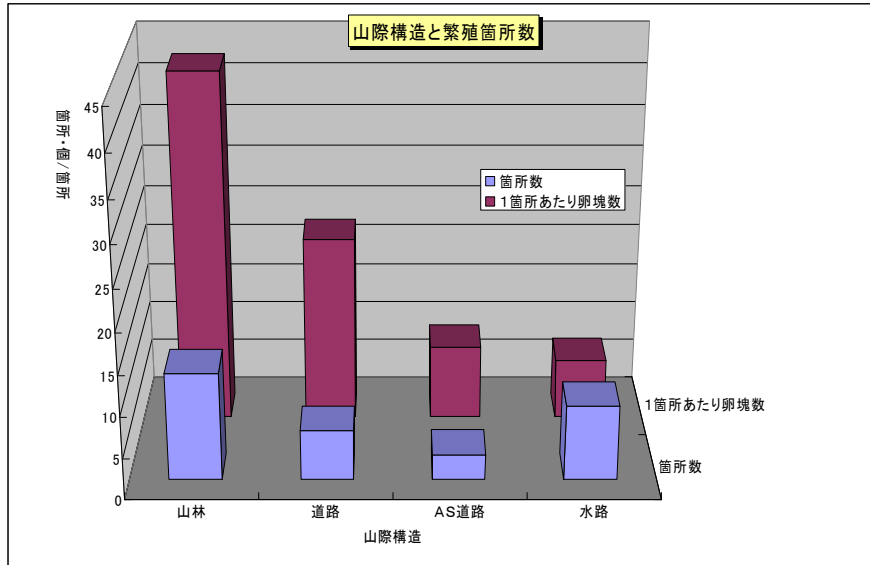
### 3. カエル類の行動特性調査

移動経路上にコンクリート水路がある場合のカエルの反応を把握した。

調査場所： 福井県農業試験場内（室内実験）  
県土改良事業団体連合会（実験水路）

調査方法： 越前市白山地域で採取した成体を用い、以下の項目で実験を行った。

- ・コンクリート水路際の行動
- ・配慮施設（渡板・縦断方向スロープ）の認識
- ・流水内の行動（泳ぐ方向、配慮施設の認識）
- ・静水内の行動（最終的な居場所）



第1図 山際構造と繁殖箇所数

(アカガエル科成体：体長 26mm~63mm)

調査項目	サンプル個体数	(Ave.)±(σ)	(Ave.)-(σ)
跳躍力（水平方向）	16	H = 51.9 ± 21.2 cm	30.7 cm
跳躍力（垂直方向）	20	V = 27.9 ± 15.6 cm	12.3 cm
登坂能力（con 面）	21	deg = 60.6 ± 8.8°	51.8°
遊泳速度	18	v = 0.25 ± 0.1 m/sec	0.15 m/sec

第1表 運動能力結果

(アカガエル科成体：体長 26mm~63mm)

調査項目	行動特性
水路際に対する認識	認識あり 渡河可能地点は探さない 水路内に下りる
渡り板に対する認識	認識しない
縦断スロープに対する認識	認識しない 隙間構造にすると認識する（隙間は誘導要因）
流水内の行動	流水に対して直角方向（岸に向かう）に泳ぎ側壁に到達する スロープに触った場合に上陸する
静水内の行動	水の中から上陸可能地点に上がる傾向が強い

第2表 行動特性結果



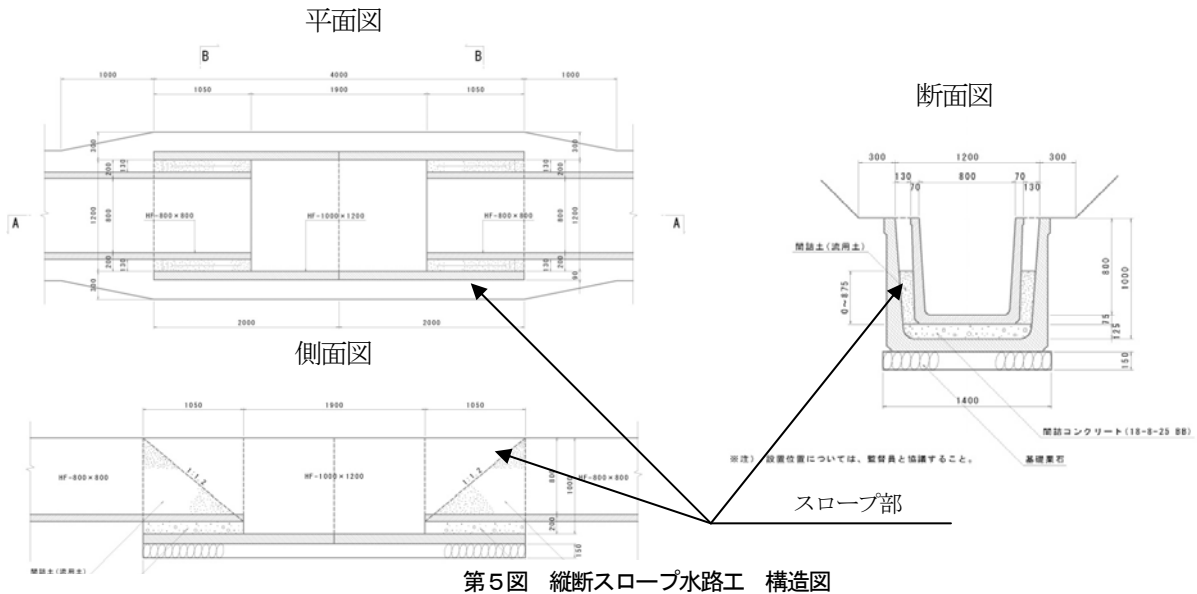
第2図  
蓋盤設置水路



第3図  
横断方向スロープ水路



第4図  
急流工と縦方向スロープ



調査結果： 構造物の形態（上陸可能な場所等）の認識は、触った感触で判断していると考えられる。このためポイント（点）的な配慮施設（横断可能な施設）は認識しない。

隙間構造の認識、嗜好性が認められる。

流水内では、岸側に向かって泳ぐ。

流水内では、隙間構造（隔壁）は上陸場所を見つける妨げになる。

カエルは陸上に移動する傾向が強い。（第2表）

### Ⅲ. カエル類の移動経路確保に配慮した水路工法の検討

カエル類等の生息する山際へは、樹林地と水田のネットワークを分断しないよう極力コンクリート水路構造物等の設置を避けることが望ましい。

本調査研究では、やむを得ずカエル類の生息する山際にコンクリート水路を設置する場合の工法について検討を行った。

#### 1. 工法検討にあたっての配慮の要点

①行動特性調査より、カエル類はポイント的な横断施設に対して認識を持たないため、第1には水路全体（縦断方向）において、どの場所からでも横断可能な構造にすることを考える必要がある。

・水路の暗渠化により転落を防止する方法

「管水路」「勾配可変側溝」

「水路への蓋盤設置（第2図）」

・水路壁面に勾配を持たせ、上り下り可能とする方法

「横断方向スロープ水路（第3図）」

②横断施設がポイント（点）的に断続する場合においては、横断可能場所まで、できるだけ速やかに誘導し、横断施設を認識させる工夫が必要である。

・流水により押し流して上陸場所へ誘導する方法

「急流工下流側に縦方向スロープ設置（第4図）」

#### 2. 工法（案）に対する問題点

1) 水路の暗渠化（蓋盤設置水路等）に対する問題点（山際湿地環境の喪失）

山際に既に土水路や水たまりがある場合、そこに生育生息し

ている生物が存在する。それらの生物は、山際の湧水や林縁部湿地を必要としている場合が多いため、水路を暗渠化することは、山際湿地を喪失することになる。

本工法は、山際部に湿地が無い新設水路の場合に限り有効な工法であると考えられる。

山際湿地（水路）に生育生息する生物（例）

- ・アベサンショウウオ（両生類）（絶滅危惧ⅠA）
- ・オニヤンマ（昆虫）
- ・ミズトラノオ（植物）（準絶滅危惧）
- ・フキ（植物） 等

## 2) 横断方向スロープに対する問題点

（経済性等に対する課題）

水路敷き幅が広くなること。（用地の問題）

資材が特殊製品となること。

（資材の入手性、資材単価が高くなる）

## 3) 縦方向スロープに対する問題点

（上陸地点に限られることに対する課題）

横断可能場所が、ポイント（点）的な配置となる。このため、成体の夏場の生息場所や繁殖の場所の把握による設置位置の検討が重要な鍵となる。

## 3. 施工現場の要求

ほ場整備事業をはじめとする土地改良事業地区からは、コンクリート水路の設置にあたり、環境配慮（生きものの生息空間の確保）の観点から以下の要望がある。

- ・既存のコンクリート2次製品を用いる等、材料の入手性や経済性にすぐれていること。
- ・水路用地幅が従来の施工幅と同等であること。
- ・施工性にすぐれていること。施工に特殊な技術を必要としないこと。
- ・維持管理が容易なこと。

## 4. 「縦型スロープ水路工」の開発

現場からの要求を考慮し、既存のコンクリート2次製品（排水フリューム）を用いた工法の検討を行う。排水フリュームを現地で加工することなく用いることを考えた場合、水路壁面が直壁であるため、横断方向のスロープの設置は不可能となる。

このため、設置水路サイズよりひとまわり大きなサイズの水路製品をソケット状に用い、柵構造とし、四隅にできる間隙をスロープとして利用する縦型スロープとする。これは、Ⅲ-1-②の工法に相当する。（第5図）

### 1) 行動特性を利用した脱出フロー

(1) 樹林地から水田へ向かう途上でコンクリート水路に面したカエルは水路内に下りる。

(2) 通常のフリューム内流水の流速下では、カエルは自由に遊泳できないため、流水により「縦断スロープ水路工」設置柵まで押し流される。カエルは水路側壁に向かう傾向があり、側壁に

沿って押し流される。

(3) 押し流されて柵内に入ったカエルは、拡幅部にできた淀み内に入る。（側壁沿いに柵内に入る必要がある）

(4) 拡幅部（特に上流側）には土砂溜まりが形成され、手足の触覚による上陸地点発見の確率を高める。

(5) 土砂溜まりに上陸したカエルは、コンクリート壁の隙間に設置されたスロープ内に入り水路外へ脱出する。（第7図）

## 2) 試験施工

福井県永平寺町上吉野地係（旧松岡町）で実施中のほ場整備事業（経営体育成基盤整備事業（松岡吉野地区））において、平成19年度の水路工施工において対応した。

施工延長：L=620m（HF800×800）

縦型スロープ水路工は概ね50m間隔で10箇所設置

2007年（平成19年）12月末工事完成（第6図）



第6図 縦断方向スロープ水路工設置状況

## 3) 効果検証

### (1) 卵塊確認

2008年（平成20年）3月にヤマアカガエル・ヒメアカガエルの繁殖状況の確認を行った。（場所・卵塊数）

その結果、水路を越えて産卵したと認められる繁殖箇所および卵塊の数を確認した。

繁殖箇所数：65箇所 卵塊数：123個

水路の状態：水深 D=1cm

流速 V=0.4m/sec（流心）

当該水路の規模は、昇降施設等がなければ移動には大きな障害を及ぼす規模構造であるため、当該縦断方向スロープを利用して移動したと考えられる。

### (2) 行動把握調査

予測した脱出フローに対するカエルの行動について検証を行った。

調査日：2008年（平成20年）7月11日

水路左岸側（樹林地側）50cm付近、縦型スロープ水路工から5m上流でカエルを放し、スロープ部への到達経過およびスロープ柵の問題点について調査を行った。

・使用したカエル

トノサマガエル 6匹（体長50～70mm）

ヤマアカガエル・ニホンアカガエル

1 3 匹 (体長 20~30mm)

・水理条件

水深:  $D=1.5\text{cm}$

流速:  $V=0.4\text{m/sec}$  (流心)  $V=0.2\text{m/sec}$  (壁際部)

(3)結果

①水路内へ下りたカエルは1~5分で柵部に到達する。

体長の大きなカエルほど流水に押し流されやすい。

②カエルは壁際に向かって泳ぎ、壁際を押し流されるように下流へ向かう。(第8図)

③柵部に到達したカエルは、よどみに入ると、僅かの時間で土砂溜まりに上陸する。(第9図)

上陸したカエルは、コンクリート側壁間のスロープ内に入る。(行動特性を利用した脱出フローに準じている。)

(4)脱出に成功しなかった原因

体長の小さなカエルは、側壁を登ろうとして下流側への流下が遅れること。

衰弱して泳がないカエルは、流心付近を流されて柵内に定着できないこと。

(5)脱出成功のための留意点

拡幅部では淀み部に緩い渦ができ、壁際に流下してきたカエルが入ることにより、脱出口(土砂堆積部)発見の可能性が上がる。

土砂堆積部が大きいほど、脱出口を発見する可能性が上がると思われる。

## IV. 摘要

「縦型スロープ水路工」の効果について

既存のコンクリート水路製品を用い、施工性・経済性に優れた工法であるといえる。

本工法は、水路の横断方向の連続性を確保することを目的としているが、問題点としては、移動(横断)可能場所が点的であるため、設置場所や設置密度に対して十分な検討を必要とする。

また、水の流れによって押し流すことから、水路勾配に緩急を設けて、柵内に速やかに送り込むとともに、柵内での上陸地点発見を容易にすることが重要である。

山際へのコンクリート水路の施工に際しては、以下の点に留意し、多様な条件を考慮する中でひとつの選択肢として、当該「縦断スロープ水路工」の工法を用いることが重要である。

(留意点)

環境との調和に配慮する対策を選定する場合には、ミティゲーション5原則により実施することを基本とする。

①まず第1には、山際への水路の新設は回避し、または、路線

位置を考慮し影響を最小化することを検討すること。

②やむを得ずコンクリート水路を設置しなければならない場合において、現地の自然環境や整備に対する要求を把握し、採用する工法を検討する。

III-1 で示した工法をはじめ、路線中での移動(横断)経路確保の重要度の高さに応じて、同一路線においても土水路工法をはじめ複数の工法を検討する等の配慮も必要である。

③施工時期、施工方法等においても影響の軽減を考慮すること。

④本研究では移動経路確保(ピオトープネットワーク)に対する配慮を取り扱っているが、繁殖場や成体の生息場所等、生活史に必要な環境(ピオトープ)そのものの保全も併せて考慮する必要がある。(第10図)

## V. 謝辞

生息調査を行った越前市白山地域では、稲葉洋氏をはじめとする地域の環境保全員の方々理解のもとに円滑な調査が可能となった。また、越前市の希少野生生物専門家である長谷川巖氏には、専門的な助言をいただいた。

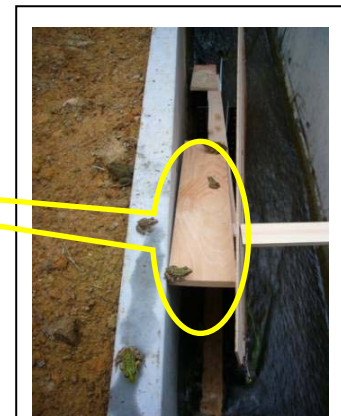
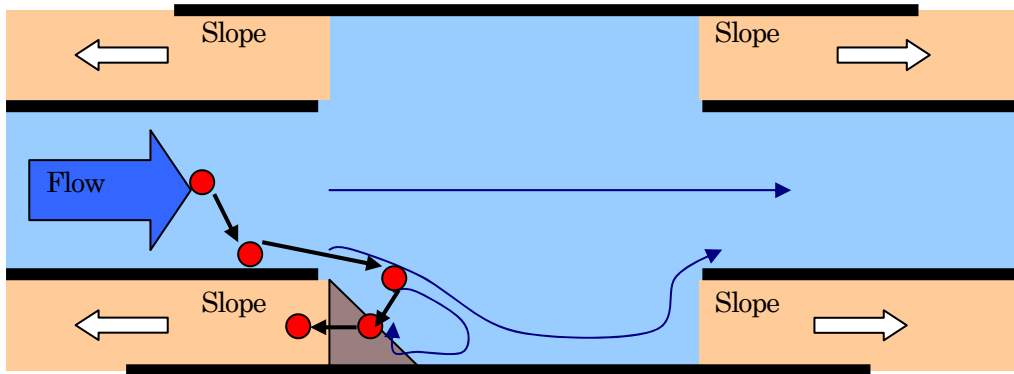
カエルの運動能力・行動特性調査においては、福井県土地改良事業団体連合会の実験水路を利用させていただき、データ収集のための補助や助言をいただいた。

現地試験施工に際しては、福井農林総合事務所農村整備部、松岡吉野土地改良区の理解と協力の下に実現した。

この研究はこのように多くの方々を支えられて行われており、この場を借りて感謝申し上げます。

## VII. 引用文献

- 1) 農林水産省農村振興局(2001).土地改良事業計画設計基準(設計「水路工」).152
- 2) (社)農業土木学会(2004).環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き3(ほ場整備)



③目隠しにより上陸誘導



②上陸場所の発見



①よどみにカエルを誘導

第7図 カエルの脱出フロー図



第8図 壁際を流されるカエル



第9図 よどみ部に発達した土砂だまりに上陸



第 10 図

ニホンアカガエルの繁殖に必要とされる  
早春の浅い止水域と繁殖状況

## The Examination of the Method to Keep Corridors of Frogs

Masahiro MAENO      Shuuji UENO

The precast concrete irrigation-canal of the foot of mountain by the land improvement project divides the habitation place of the frogs and has an influence.

We grasped an athletic capability and the action characteristic of the frog. And we devised a method of construction(Side Slope) that we used the existing product which was the needs of the builder for.