

2. 水路と水田における生物のネットワーク（主に魚道）

(1) 移動経路の確保

水田魚道には、多くの研究実績や施工事例があるが、魚類の移動には、流量や勾配、落差等の様々な要因が複合的に関連しており、現地での設置効果は不確実性を伴う。

このため、勾配や形状は、以下を参考に、現地での試験結果により必要に応じて補正を行い、設定することが望ましい。

① 水田魚道の位置

魚類の遡上・降下に必要な水量が確保できるような広い集水面積を有する箇所、常に一定量の水を流すことが可能な箇所に設置することが望ましい。

また、田越しかんがいを行っている地区では、末端の水田に魚道を設置することで広い範囲の移動が期待できるため、魚道の設置が効果的な場合もある。

② 勾配

施工事例によると、勾配は7/100（約4°）～36/100（約20°）と様々であるが、1/10（約6°）程度であれば様々な種類の魚道で遡上が可能であると考えられ、隔壁を用いた魚道では、より大きな勾配とすることも可能であると考えられる。

また、水田魚道では降雨により魚道を流下する流量が頻繁に変化する。勾配が大きな場合、流量が大きくなると急激に流速が速くなり、逆に流量が小さくなると魚道内の水深が浅くなり、魚類の遡上を妨げる。

このため、流量の変動に幅広く適応するように、勾配は過大にしないことが重要である。

【参考資料】

〔簡易に設置可能な水田魚道のタイプごとの特徴〕

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
①波付の丸型 （底面粗度タイプ） （可動式、固定式）	・設置勾配は 10° 程度 ・設置延長は 8m程度 ・水路装工されていても設置可能 ・長さの調整が容易で、軽量のため、設置が容易 ・主にドジョウが対象 ・資材費：1カ所 5万円程度	
②波付の U型 （底面粗度タイプ） （固定式）	・設置勾配は 10° 程度 ・設置延長は 8m程度 ・主として土羽法面に這わせるタイプに使用 ・水路装工されていると設置が困難 ・設置撤去簡単、再利用可能 ・資材費：1カ所 11万円程度	

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
③波付の U型 (プールタイプ) (千鳥 X型) (固定式)	・設置勾配は 10° ～ 20° 程度まで ・主として土羽法面に這わせるタイプに使用 ・水路装工されていると設置が困難 ・設置撤去簡単、再利用可能 ・堰板が必要 ・資材費：1カ所 13万円程度	
④波付の U型 (プールタイプ) (千鳥 X型) (可動式)	・水路幅4m以下の水路に設置可能 ・設置勾配は 10° ～20° 程度まで ・水路装工されていても設置可能 ・設置撤去簡単、再利用可能 ・堰板が必要 ・資材費：1カ所 15万円程度	
⑤波付の U型 (プールタイプ) (千鳥 X型) (可動式) (張り出式)	・4m以上の幅広水路でも設置可能 ・設置勾配は 10° ～ 20° 程度まで ・水路装工されていても設置可能 ・設置撤去が容易かつ、再利用可能 ・堰板が必要 ・資材費：1カ所 15万円程度	
⑥半円形コルゲート管	・既存の水田魚道の最大勾配 (20°程度) でも効果を発揮 ・隔壁の挿入角度の変更により水深と流速を任意に調整することができ、設置後の順応的管理が容易 ・資材費：1m当たり1.1万円程度 (口径250mmの半円形コルゲート管、ラワン合板製隔壁(18mm)で製作した場合)	

出典：「水田魚道づくりの指針」((一社) 地域環境資源センター)

「水田魚道の設置・観察維持管理マニュアル」(愛知県農業総合試験場)

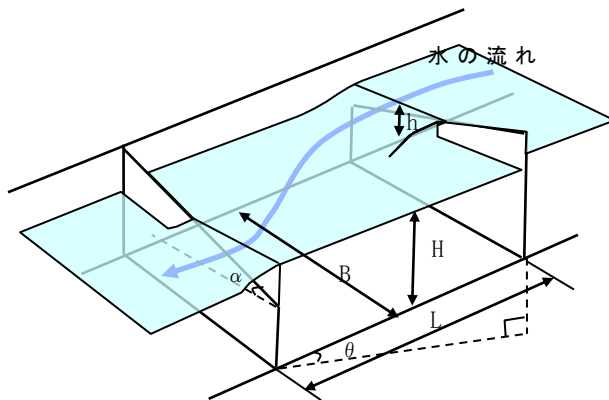
「水田魚道による魚のゆりかご水田の復活」(榎前町内会・榎前町環境保全会)

③ 形状（幅、隔壁の角度・高さ、落差）

隔壁型の魚道では、流量の増大により流速が速くならないように、魚道の幅を大きくすることで対応が可能である。また、小流量時に魚道内の流れを確保するために隔壁に角度（切欠き）を付けることが考えられる。

魚道内の水深は、隔壁を高くすることで確保できる。勾配が大きい場合、隔壁の間隔を狭くすると落差を小さくすることが可能であるが、魚類の遊泳に支障が生じる可能性があるため、遡上に支障がないように隔壁の高さや間隔を調整する。

〔水田魚道（隔壁型）の勾配・形状と留意点〕



$\tan \theta$: 魚道の勾配

勾配を大きくすると魚道全体の延長が短くなるため、経済性や維持管理面で優れるが、流量の変化に対応しにくい、魚類の遡上効率が低くなる。

B : 魚道の幅

幅を広くすると大流量に対応可能となる。

α : 隔壁の角度

角度を大きくすると小流量にも対応可能であるが、大きくしすぎると流れが乱れる。

H : 魚道内（プール）の水深

小流量時にも対象としている魚類の体高程度を確保する必要がある。隔壁の高さで対応できる。

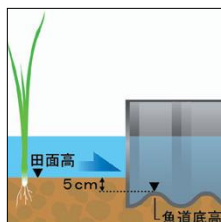
h : 落差（水位差）

跳躍遡上にならないような高さにするのが理想的である。

L : 隔壁の間隔

狭くすれば落差が小さくなるが、プールも小さくなり、遡上に必要な遊泳力を発揮しにくくなる。

〔水田魚道と水田との接続部に関する留意点〕



水田魚道の設置高：水田魚道の底部は、水田の落水機能を発揮させるため田面から5cm程度下げた位置とする。また、水田に落水工を設置している場合は田面又は田面から3cm程度上げた位置とする。

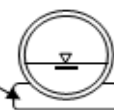
なお、耕起、代かきなどによる田面高の変化に留意するとともに、設置予定の水尻部を耕起しない等の配慮が必要である。

④ 波付きの丸型タイプ魚道下流部の留意事項

波付きの丸型タイプ魚道は、魚道下流部と水路（水面）に接する管の先端が水中深く埋没すると、「水面の流れの変化」や「水音で遡上を刺激する効果」が失われ、魚の遡上が阻害される。

そのため、水路の水位変動に対応できるように、末端にフロート（発砲スチロールやペットボトル等）を設置し、管の先端の底面を水面に近づける必要がある。

発砲スチロール等の台座



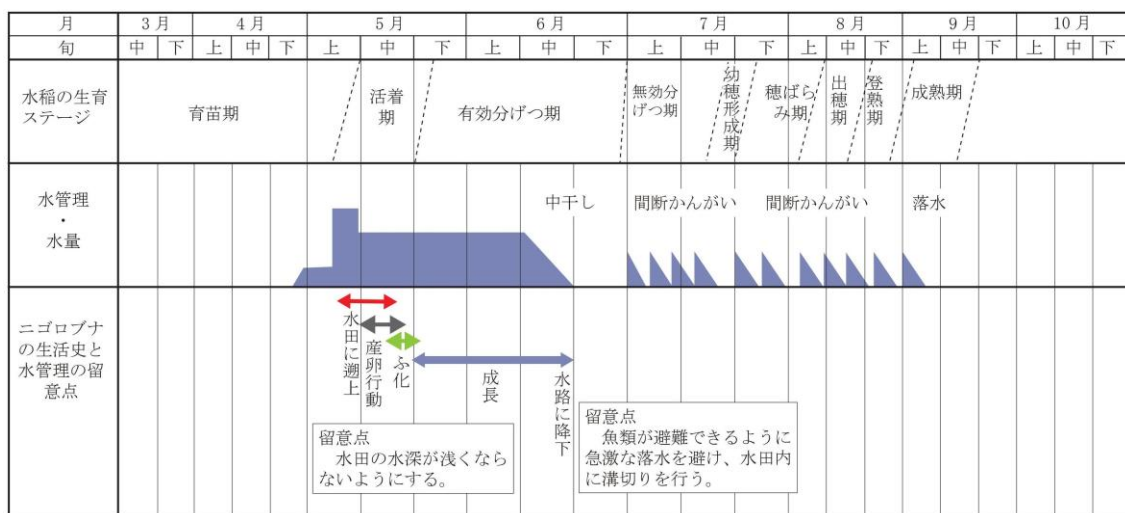
⑤ 農家等の協力

水田魚道は、個人の水田の畦畔や土地改良区の所有・管理する水路の法面などに設置するため、維持管理等について、関係農家や土地改良区と十分な調整を行う。

また、水田魚道の機能を効果的に発揮させるためには、水田の水深が浅くなりすぎないようにすることや、中干し時に魚類を魚道に導くための溝切り等が重要であるため、関係農家等に水管理等の理解を得ることが望ましい。

【参考資料】

〔ニゴロブナの生活史と水管理〕



出典：魚のゆりかご水田（親魚放流タイプ）稲作栽培こよみ（案）（滋賀県農村整備課・水産試験場）を改変

【参考事例】

〔千鳥X型・カスケードM型魚道と二段式水路の組合せ〕

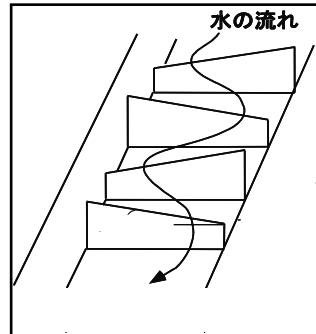
（西鬼怒川地区（栃木県宇都宮市））

1. 工法の概要

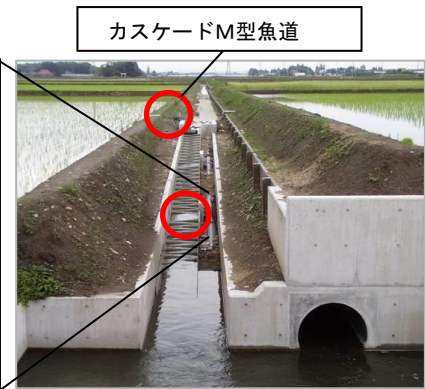
排水路を二段式とし上段の水路と水田の落差を解消した事例

小排水路と支線排水路の接続部は「千鳥X型魚道」により上段の水路へ魚類を遡上させ、上段の水路と水田を接続する部分には「カスケードM型魚道」により水田へ魚類を遡上させる構造である。

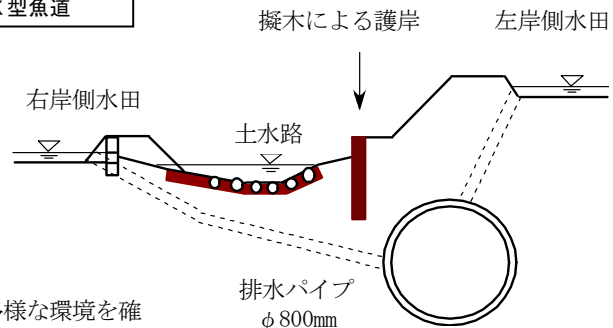
この2つの施設を組み合わせることにより移動障害を解消している。



千鳥X型魚道



カスケードM型魚道



2. 特徴と工夫点・留意点

（二段式水路）

- ・上段の水路は土水路とし、粗石を配置するなど多様な環境を確保している。
- ・左岸側水田の法面崩壊を防ぐとともに用地幅を狭くするため擬木柵を設置している。
- ・上段の土水路は定期的な草刈りと泥上げが必要。

（千鳥X型魚道）

- ・越流壁を千鳥状に設置しているので越流部の流速が多様となる。
- ・小流量時に越流水深を確保できる。
- ・シミュレーションや室内実験等で魚類が遡上可能な勾配等を設定している。

（カスケードM型魚道）

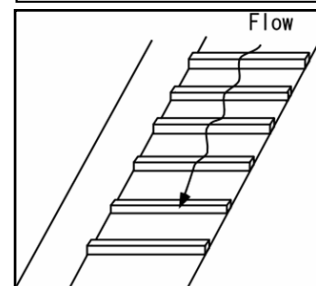
- ・水田の水尻と水路の間にある小さな落差（20～30cm）に設置する底面粗度タイプの魚道で、平らな底の横断方向に、割り箸のような角材を等間隔（3cm）に並べたもの。
- ・一筆ごとの水田に魚類を遡上させるのに適している。

（工法を組み合わせることによる効果）

二段式水路における上段の土水路への千鳥X型魚道の設置により、支線排水路と末端排水路の移動経路が確保されている。また、田面と末端排水路（上段土水路）の間には延長の短い落差が生じ、その落差は水田内の水位変動で変化する。このため、短い延長で勾配調整が可能なカスケードM型魚道の設置により、移動経路が確保されている。これらの工法の組合せにより魚類の移動経路の障害を解消する効果を発揮している。



カスケードM型魚道



【参考事例】

〔底面粗度タイプによる水田魚道の例〕

（伊豆沼・内沼周辺（宮城県登米市他））

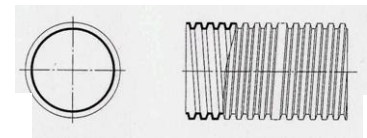
1. 工法の概要

コルゲート管や波付可とう電線管を利用した水田魚道。管内の凹凸が水の流れを変化させ、魚類が遡上しやすくなっている。

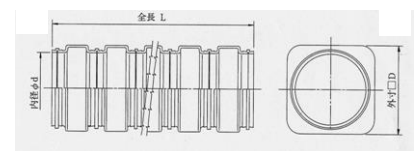
2. 特徴と工夫点・留意点

（底面粗度タイプ）

- ・管は、法面勾配が2割程度の緩やかで、落差の小さい排水路の法面に設置している。
- ・管の勾配は遡上実績から8度程度としている。
- ・コルゲート管や電線管は、安価で軽量であり、入手しやすい。特殊な加工も必要ないことから、据付が容易である。
- ・コルゲート管はドジョウ等の体高の低い魚種やフナ類の稚魚の遡上には効果的であるが、体高の高い魚類の遡上は水深が浅くなるため困難である。
- ・電線管は中型で体高の低い魚類にも有効なタイプであり、角型のプールを利用して遡上中の魚が休憩できる。



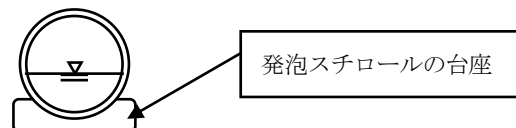
コルゲート管



波付可とう電線管

（水田魚道下流部と水路（水面）との接続部の対策）

- ・水中に管の先端が深く埋没すると、水面の流れの変化や落水時の水音で遡上を刺激する効果が失われ、魚の遡上が阻害される。このため、管の先端の底面を水面（自由水面）に近づけるために、常時遡上可能な水位まで管の上部を切断し開口するとともに、末端にフロート（発泡スチロール等）を設置し、水路の水位変動に対応できるような工夫をしている。



管の上部を切断し開口した



電線管の排水路側末端を水面に浮かせている。



電線管の排水路側末端に集まる魚類

(2) 生息・生育環境の確保

① 水田のビオトープ利用

耕作放棄地や遊休農地に湛水し、ビオトープとすることで魚類や両生類、水生昆虫等の生息環境を確保することが可能である。

一方で、耕作放棄地や遊休農地の一時的なビオトープ化については、経年的な湛水による耕盤の消失や畦畔の崩壊など、食料の生産基盤としての機能が消失し、将来の復田が困難になる場合がある。また、良好な生息・生育環境を維持するための耕起や草刈り等の管理費用や労力が嵩む場合がある。

このため、ビオトープ化を行う規模や期間は、農家の意向や生産基盤としての機能、管理面、地域の営農（ブロックローテーション）等を考慮して設定する。また、関連する給水施設、観察場等の構造は設定した期間を考慮して移動可能にしたり、簡易な構造とすることが考えられる。

② 水田周辺の生息・生育環境の確保

水田は一時的な水域であり、中干し期、落水後から翌年の入水期においては、冬季湛水水田等の一部を除き、水生生物が生息できる水域は形成されていない。このため、農家の理解を得ながら、例えば、立地条件に応じて水田の周辺に水生生物が生息するための小（承）水路を設けるなど、生息・生育環境を確保することについても検討する。

【参考事例】

〔水田内の小（承）水路〕

（小佐渡東部地区（新潟県佐渡市））

〔小（承）水路の概要〕

主に東北、北陸地方などの冷涼な地域に設置される青立ち防止（冷水害防止）のための水路であり、山際等からの冷水を一旦水路のなかで温めてから水田に流入させる構造となっている。冷水を水田に入れないように冷水をキャッチしては場外に排水させているところもある。

このような水路では、周年にわたり止水域が確保されることから、特に早春期に水田で繁殖したり、水域で越冬する水生生物にとって重要な生息場所となる。（本地区の水路では、早春期に多くのヤマアカガエルの卵塊・幼生を確認している）。

〔生息・生育環境を確保する上での留意点〕

適切な生息環境の維持には、草刈りや補修等の管理が必要となり、水田内に設置した水路の場合は、一定の深みをもうけて周年にわたって水域が確保されるような工夫が必要となる。



小水路の設置状況



小水路の拡大写真

（ヤマアカガエル卵塊と幼生を確認）

【参考事例】

〔ビオトープ（保全池）〕

黒田地区（滋賀県長浜市）

〔概要〕

地域の貴重な生物の保全を図るため、山際の余地にビオトープ（保全池）を設置したものである。水深を維持するため、谷水をビオトープに引き込むとともに、背後地の里山との連続性を考慮し、緩傾斜護岸を整備している。また、木道や休憩場所を設置し、地域住民の利用を考慮した整備を行っている。



整備直後



時間の経過により植生が繁茂

〔対策の効果〕

設置後、生息魚種が増加してきており、希少な種を含めた11種の魚種が確認されている。また、下流側水路で確認されている魚種が冬季にビオトープ内で確認されていることから、越冬場所としての機能を発揮していることも確認されている。

さらに、植生が発達し、魚類のほか昆虫類にも適した環境を呈している。

また、黒田地区では、希少な魚類等の生息が確認されたことを契機に「田んぼの学校」や「観察会」などが開催されている。

3. 水田、水路等と樹林地における生物のネットワーク（主に両生類）

(1) 移動経路の確保

① 対策の基本的考え方

法面が高く勾配の大きい開水路に両生類が落下した場合、這い上がれなくなる。

このため、設計に当たっては、調査段階で明らかにされた重要な移動経路については、両生類等が水路に落下しないように蓋掛け等を検討することが重要である。蓋掛け等が困難な場合は、水路から這い上がれるように緩傾斜護岸にする。この他、水路にスロープ等を設置する例があるが、対策箇所が少なく、水の流れがある場合は、効果が発現しにくいことに留意する。

② 材料と勾配

水路の蓋掛けの材料は、耐久性や経済性等を考慮する。また、護岸の材料や勾配は保全対象生物の登坂能力を考慮する。一般的には、生物が側面につかまりやすいように材料は粗く空隙があるものや草木が生育できるものとし、勾配は緩くする。

③ 流水への対応

水路内の流速が速いと生物は流され、脱出が困難である。このため、ワンドの設置により、流速を遅くさせ、生物がつかまるための植生を確保することが考えられる。また、ワンドにたどり着きやすいように水路の線形を変化させ、杭の設置により流れをワンドに向けることも検討する。

④ 生活史を考慮した設計

移動経路を確保する工法が保全対象生物の生活史を通じて効果があるものか十分検討する必要がある。例えばアカガエル類では、成体は主に樹林地で生活し、早春に産卵のため水田等に移動するため、水路の蓋掛けなどによる移動経路の確保が必要である。

スロープを設置する場合は、片側（樹林地側）のみの設置では効果は発現しないことや、緩傾斜護岸では、小さい個体（幼生）についても考慮する必要がある。

【参考事例】

[水路の蓋掛けの効果]

（西鬼怒川地区（栃木県宇都宮市））

[工法の概要]

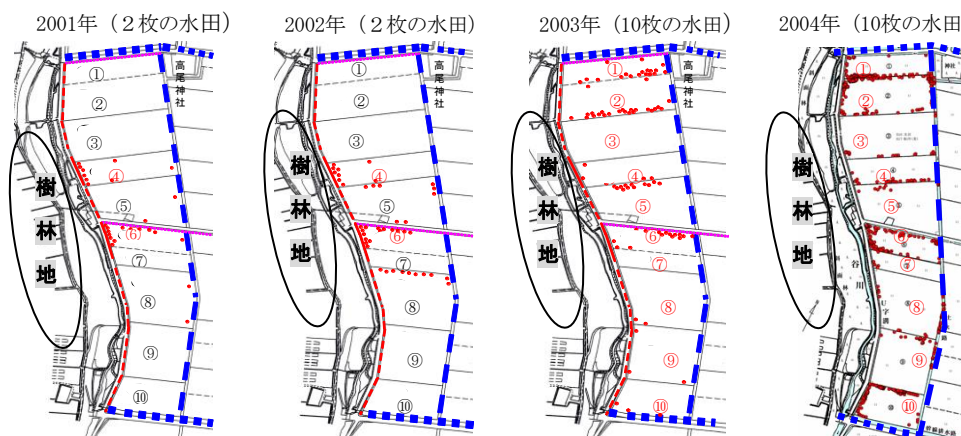
水田と樹林地の間の用水路は、カエル類が転落することにより移動の妨げになっているため、転落防止のため特に重要な箇所について木材の蓋を設置したものである。

[対策の効果]

2001、2002年は④番と⑥番の水田際の水路に蓋を設置し、2003、2004年は①～⑩番の水田際の水路に蓋を設置した。水田で確認された卵塊は水路に蓋掛けをした水田の方が多い。



蓋が設置された水路



水路の蓋掛けとニホンアカガエルの卵塊の確認状況

引用文献：U字溝に設置したフタがニホンアカガエルの生息に及ぼす効果

（水谷正一・高橋伸拓・林 光武 農業土木学会論文集、第235号 平成17年2月）他

4. ため池周辺における生物のネットワーク（主に魚類、両生類、昆虫類）

設計に当たっては、多様な水深と植生が確保できるように、ため池の護岸の形状や素材等を考慮する。

(1) 護岸形状

ため池の安全性や維持管理性も勘案しつつ、直立した矢板や護岸を中心とした整備により環境の単純化を招かないような護岸形状にする。また、水位変動が大きいため池や岸辺が急なため池にあっては、岸辺を複断面や階段状にするなど、水位変動に応じて浅瀬ができるように工夫する。

(2) 護岸材

ため池の護岸材には植物の生育を伴う土羽、石材や木材等の自然素材、生物に配慮したコンクリート2次製品等があるが、工事で発生する石材や地域の間伐材などの再利用を図るとともに、ため池の堆積土を地盤改良等により、堤体の補強材料や岸辺の護岸材料として利用することも検討する。

(3) 岸辺の植栽

ため池は、山間部や丘陵地の地形で谷をせき止めて造られた谷池、平地の窪地の周囲に堤体を築いて造られた皿池に分けられるが、これにより生息・生育する生物も異なるため、周辺の環境の状況に応じて、園芸植物は避け地域に生育する植物を選定することが重要である。

また、魚類や昆虫類の生育場や水質の浄化、護岸の保護等は、植物の種類により確保される機能が異なるため、抽水植物、浮葉植物、沈水植物など多様な植物群落が形成されるように、多くの種類の植物を選択することが重要である。

岸辺の植生が不足している場合には植栽して補う。また、ため池の沿岸部は水位変動が大きく、波浪による侵食を受けやすく植生基盤として不安定なため、基盤の整備や水位変動に強い樹種を選定する。

ため池の湖底には水生植物の種子が混入している場合があるため、種子の埋土を見込んでため池の堆積土を法面に利用することも検討する。

(4) 代償措置の検討

ため池の工事を行う場合、池底を乾燥させると生息・生育する生物が絶滅する可能性があるため、池の一部に生物が生息・生育できるように水たまりの部分設けることを検討する。設けることが困難な場合は、工事期間中に生物を一旦他の同様な環境を有する場所に移動・移植し、工事後に元に戻すことも検討する。

(5) 外来種への対応

ため池は、外来種を含む多様な生物のネットワークの拠点となっている。このため、設計に当たっては外来種の生息・生育域が拡大しないようにすることが重要である。例えば、ため池とそこに流入する水路との落差解消により外来種の分布域が拡大するおそれがある箇所では、落差解消を行わないことが考えられる。また、工事に伴う水抜きにより、下流域に外来種が流下するおそれがある箇所では、底樋下流側にネット等を設置し、外来種を流下させないことが考えられる。

5. 水路、農道等の緑地における生物のネットワーク（主に鳥類、昆虫類）

水路や農道等の樹林帯の緑地は、哺乳類、鳥類、両生類、昆虫類等の小動物の休息や繁殖、越冬等の生育環境として利用されるだけでなく、移動経路としての役割を果たしており、水路や農道等の整備に当たっては、余剰地の活用等により「緑のネットワーク」を創造する。

(1) 環境保全目標等に則した緑化

計画段階で設定された環境保全目標に沿って、植物が果たすべき役割（保全対象生物の採餌、休憩、営巣等）を考慮の上、それに即した植物の選定（一年生草木、多年生草木、高木、低木、落葉樹、常緑樹、針葉樹の別等）や植物の構成（混合林、複層林等）等を検討する。

(2) 植栽樹木の選定

環境保全目標等で目指すべき将来の緑地環境の姿を念頭に、生長時の樹高や葉張りを考慮したり、現地の土性、土質等の環境基盤の状況等を考慮し、植栽樹種を選定する。

(3) 多様な植物の利用

自然の樹林は高木だけでなく低木や草木も生育し、複数の階層構造により樹林帯が形成され、これにより鳥類や昆虫類等、多様な生物のネットワークとなる。このため、樹林を構成する植物の種類はなるべく多くすることが重要である。

(4) 在来植物による緑化

農道等の整備の際に発生した法面の勾配が緩く、地質の条件等から浸食のおそれがない場合は、地域の環境への適応性等から地域に生育する植物（在来植物）の表土利用を検討する。また、植栽により緑化を行う場合、地域の環境条件を考慮の上、地域に生育する在来植物を優先する。

(5) 地域住民等の理解と協力

樹林帯の整備を行うに当たっては、樹林帯に鳥類等が集まりねぐらとなる他、食害等による農産物への影響の懸念もあるため、農家の理解を得ることが重要である。また、植物は生長に応じて、落ち葉の掃除、枝落とし等の維持管理が必要なため、地域住民等との協力による維持管理の方法や体制について検討する必要がある。

6. 留意事項

本指針では、ネットワークの代表例について、設計の考え方を示しているが、実際の設計に当たっては、本指針を参考の上、現地の条件を考慮する。

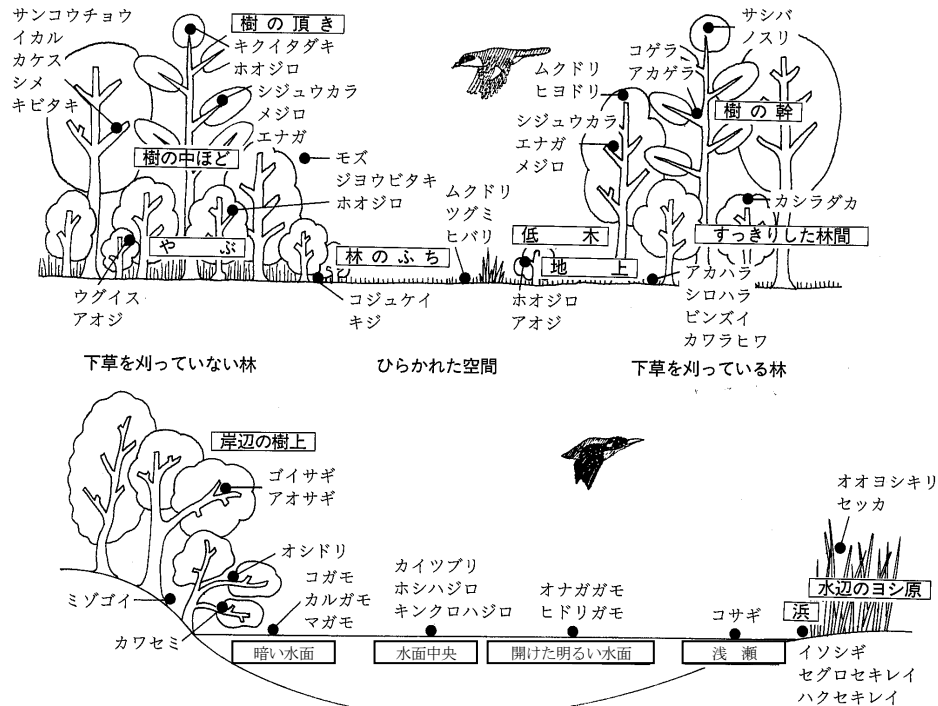
また、水理設計や構造設計は、設計基準等に則して行う。さらに、設計は実際の仮設計画や施工を想定して行うとともに、設計により得られた施工上の留意点等を施工指針等（5.2.2）として整理する。

【参考資料】

【鳥類と植物との係わり】

鳥類は、採餌、休息、産卵等、生活史を全うする上で、植物との係わりを有しているが、種毎に好む生息環境が異なる。

このため、施設及びその周辺の植栽に当たっては、対象となる鳥類が好む生息環境を考慮することが重要である。



鳥類の主な生息場所（公園緑地管理財団武蔵管理センター：1982）

表 鳥類の導入誘致のための環境条件

	対象とする種類(例)	環 境 条 件	利用形態（機能）
樹 林 性	キジバト、コジュケイ、コゲラ、ヒヨドリ、ウグイス、メジロ、シジュウカラ、ヤマガラ、カケス	・植物の種類が多い ・大きな木がある ・林の構造が多層（重層）である ・開放的あるいはうっ閉した樹林 ・林縁の植物がある ・面積が広い ・餌となる昆虫類やクモ類が多い ・下草刈りや落ち葉掃きがない ・人の接近から守られている	営巣、採餌、休息 同上 同上 同上 同上 同上 採餌、育雛 同上 営巣、休息
草 地 性	ヒバリ、オオヨシキリ、セッカ、モズ、ムクドリ	・面積が広い ・植物の種類が多い ・餌となる昆虫類やクモ類が多い ・人の接近から守られている ・周辺に樹林がある	営巣、採餌、休息 同上 採餌、育雛 営巣、休息 同上
水 辺 性	カイツブリ、コサギ、カルガモ、カワセミ、キセキレイ	・水生植物の構成が多様である（浮葉植物、挺水植物がある） ・水際に草や木がある ・餌となる魚類などが多い ・人の接近から守られている	営巣、採餌、隠れ場 同上 採餌、育雛 営巣、休息

出典：ルーラルランドスケープデザインの農に学ぶ都市環境づくり手法
進士五十八・鈴木誠・一場博幸編（学芸出版社）