

## 平成 20 年度 支部講演会報告

## 京都支部 (第 65 回)

日時 平成 20 年 11 月 6 日

場所 福井県民ホール (福井市)

## 湖沼流入負荷管理のロバスト最適化

京都大学大学院 前田 滋哉・河地 利彦

湖沼への流入負荷制御による湖沼水質管理のため、流入河川それぞれに対し許容最大 COD 負荷量を決定するための最適化モデルを提案する。浅水長波方程式と COD 輸送式を用い、流入流量、COD 減衰係数、内部生産量等の不確実な時間変動を複数のシナリオに整理した上で、湖内の物理化学的環境を制約条件に整理する。ロバスト最適化の枠組みを用いて 4 目的線形計画モデルを定式化する。琵琶湖にモデルを適用し、解の検討を行う。

水田における湛水初期の降下浸透に伴う  
浅層地下水の水質変化

京都大学大学院 今川 智絵・竹内潤一郎・河地 利彦

湛水初期の水田における水管理と、浅層地下水の流動、水質の変化との関連を検討した。湛水開始から代かき期には、 $DO$ 、 $PO_4^{3-}-P$ 、 $NH_4^+-N$  濃度が上昇し、 $NO_3^- - N$  濃度が低下した。また、元肥の溶脱、中干し期の硝化により、 $NH_4^+ - N$ 、 $NO_3^- - N$  濃度が変動した。

## 河川における水質観測点の最適配置

京都大学大学院 廣政 圭・長野 峻介  
前田 滋哉・河地 利彦

河川における最適な水質観測点の位置を求める 0-1 計画モデルを開発する。河川中に等間隔に観測候補点を設定し、各点における 1) 河川水質の環境基準濃度からの逸脱度、2) 取水点までの距離、3) 河川水質の急変度合、4) 地下水による負荷を評価する重みを与える。配置する観測点数の上・下限値および隣接する観測点間の最小距離の制約条件を課す。本モデルを滋賀県今津町を流れる上郷川に適用し、解を検討する。

## 浅層地下水が表層地温に与える影響の水理的解析

京都大学大学院 泉 智揮・竹内潤一郎・河地 利彦

農地の地下環境の形成は、地形的要因に大きく依存する。本研究では、その地下環境を浅層地下水の流動と地中温度の二側面からとらえ、異なる地形の上に造成された 2 つの農地群に対して、その地形的要因の違いを地下水位の違いとして表現

し、浅層地下水の水位が地温形成に与える影響について、水分-熱連成解析モデルを定式化し数値解析を行った。解析の結果、地下水位が表層地温の形成に影響を与えることが示された。

農業用排水路の流れ解析に対する正規化有限要素法と  
有限体積法の有効性の比較

京都大学大学院 重森 玲子・宇波 耕一・河地 利彦

農業用排水路における流れ解析を効率的に行うため、一次元開水路流に対するより正確かつ汎用的な数値解析モデルの開発が望まれている。従来の手法である有限体積法に対し、同一の入力データを利用できる正規化有限要素法を新たに提案し、両離散化手法の有効性について検討する。降雨時に水田からの排水が流入する農業用排水路のモデルにおいてシミュレーションを行い、正規化有限要素法の優越性を示す。

短・中期天気予報を用いた最適な施肥管理のための  
意思決定支援モデル京都大学大学院 竹内潤一郎・Violeta S. Fujiwara  
河地 利彦

数値実験により、施肥日を降水の前後に変化させたときの硝酸の溶脱量を調べたところ、降雨の前日に施肥を実施した場合に溶脱量が最少となることが判明した。そこで、施肥予定日前後 3 日間において、短・中期天気予報から降水の有無を予測することにより、施肥日を降水の前日に調節する意思決定支援モデルの開発を行った。このモデルを適用することにより、比較対象とした標準施肥に比べ、溶脱量を平均 8.5% 減少させることができた。

## 硝酸イオンの現地連続観測について

神戸大学大学院 喜多 博章・多田 明夫・田中丸治哉

高頻度の水質データを取得することを目的として、超微量フローインジェクション分析法を用いたオンサイト分析システムを開発している。本報告は、渓流水中の硝酸イオンの現地連続観測に向け、定量精度の向上を図るとともに、低濃度の  $NO_3^- - N$  の定量を可能としつつ、かつ連続分析時間の長時間化について検討した。その結果、定量精度は十分であり、0.05 ppm の  $NO_3^- - N$  標準液の波形を検出することができた。

## 面源負荷量の区間推定について

USGS Load Estimator の検証を中心として

神戸大学大学院 朱 蕾・多田 明夫・田中丸治哉

本研究では、USGS Load Estimator (以下 Loadest) での流出負荷量の区間推定に関して考察する。Loadest を用いた負荷量の区間推定を行い、その信頼区間の推定能力を検証し、実用性を探った。その結果、Loadest 回帰モデルの 95% 信頼区

間内に真値を含む割合は95%まで至っておらず、適切な信頼区間を推定できなかったが、Loadest 回帰モデルの95%信頼区間は他の方法よりもより不偏といえる結果が得られた。

### Kriging 法による青ナイル川上流域の降水量分布解析

神戸大学大学院 石原 一哉・田中丸治哉・多田 明夫

本研究では、青ナイル川上流域における乾季(1月)および雨季(8月)の月降水量について、空間補間の手法の一つである Kriging 法を降水量分布の推定に適用した。理論バリオグラムの関数式として球型モデルを用いた場合、雨量観測点のデータをおおむね反映した降水量分布が得られた。また、球型モデルの sill について、雨季での値は乾季と比べるとかなり大きくなり、季節によるバリオグラム形状の違いが見られた。

### 樹幹流時系列を用いた樹冠遮断効果の評価とその年変化

京都大学大学院 瀬戸 祥太・濱 武英  
川島 茂人・中村 公人

筆者らの提案したホートン浸透モデル(瀬戸ら(2008))における実浸透速度と逓減係数は夏季に高くなり、冬季に低くなる結果を得た。本報告では、これらの物理的プロセスを検証するために、降雨強度と樹幹流の時系列変化について解析を行った。降雨開始から樹幹流発生までの積算降雨量を用いたところ、夏季に高くなり、冬季に低くなるというホートン浸透モデルのパラメータと同じような年変化をすることが分かった。

### 田んぼダム実施流域における洪水緩和機能の評価

富山県土地改良事業団体連合会 長尾 直樹  
新潟大学災害復興科学センター 吉川 夏樹  
新潟大学 三沢 眞一

新潟県村上市神林地区では、水田を利用した洪水対策である「田んぼダム」の取り組みが行われている。この取り組みは、直径5cmの孔を設けた落水量調整板を水田の排水マス内に設置し、水田からの流出を意図的に抑制する試みである。本研究は、田んぼダム実施流域である石川流域を解析対象に、確率降水量があった場合を想定して田んぼダムの洪水緩和機能を評価した。

### 山地小流域を対象とした緑のダム機能の評価に関する研究

奈良県 竹内 稔  
神戸大学大学院 田中丸治哉・多田 明夫  
島根大学 武田 育郎

奈良県五條吉野と島根県東部の山林小流域に福島・鈴木の水循環モデル(Hycymodel)を適用し、間伐が緑のダム機能に及ぼす影響について検討した。五條吉野流域では、間伐に伴う蒸発散量の減少と有効土層深の増加がハイドログラフに及ぼす

影響を検討した。島根県東部流域では、間伐後の観測ハイドログラフと未間伐を想定した計算ハイドログラフを比較し、間伐によって常時、流出量が増大することが示された。

### アンサンブルカルマンフィルタによる流出予測に関する研究

神戸大学大学院 譚田 真二・田中丸治哉・多田 明夫

本研究では、拡張カルマンフィルタ(EKF)に比べて適用上の制約が少ないアンサンブルカルマンフィルタ(EnKF)を直列4段タンクモデルによる流出予測に適用し、その適応性について検討した。予測降水量を既知とした流出予測計算によると、EnKFとEKFの予測誤差はほぼ同程度で、EnKFではシステム方程式の線形化を要しないことを考慮すると、複雑な構造のモデルにはEnKF導入メリットが大きいと判断された。

### パイプライン設計における地質調査の事例 比抵抗二次元探査による地質調査

福井県坂井農林総合事務所 大谷 寛幸

パイプライン設計における地質調査として、比抵抗二次元探査を用いて地質状況の把握を行った事例について報告する。

### 新潟県中越沖地震による甲戸導水路の被災状況調査及び結果について

北陸農政局柏崎周辺農業水利事業所 青木 基一  
中尾 征志

甲戸導水路は柏崎周辺農業水利事業の基幹施設である後谷ダムへの間接流域からの送水を行うものであり、平成19年9月からの後谷ダム試験湛水に向け施設の安全性確認を了し、通水を開始する予定としていた。しかし、平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震により、導水管を埋設している市道が大きな被害を受けたことから、本導水路についても被害を受けている可能性が想定されたため、被災状況調査を実施した。その調査内容およびその分析結果を報告する。

### 地中レーダーを用いた土壌中の水分状態の計測

京都大学大学院 坂田 賢・中村 公人  
(株)光電製作所 野津 俊光・鈴木 盛雄  
(株)共和電業 徳富 啓二・立野 恵一  
NTC コンサルタンツ(株) 刑部 伸吾・毛受 亨政  
鳥取環境大学 三野 徹

地中レーダーは、これまで地層の判別、土壌中の構造物や空隙の発見等に用いられてきた。本研究では、地中レーダーの新たな利用法として、土壌中の水分計測および地下水面判定の実験を行った。その結果、理論上の体積含水率と地下レーダーの測定結果に良好な相関関係がみられた。また、地下水面付近で強い反射が検出された。すなわち、非破壊かつ簡便に、土層の

平均的な体積含水率と地下水面の判定が可能であることが示された。

### 多孔質体の物理特性と分散性の関係

神戸大学大学院 田畑 見紗・井上 一哉・河端 俊典  
内田 一徳・田中 勉

分散性は多孔質体の溶質分散を特徴付ける流体力学的パラメータであり、粒度分布や間隙構造は分散性に最も影響を与える重要な要素である。本研究では多孔質体の物理的性質と分散性の関係を検討するため、粒度分布や間隙構造を変えて物質移動実験を実施し、観測された時系列濃度データをもとに時間モーメント解析を実施し、地盤の物理特性が分散現象に与える影響を検討する。

### 時間・空間モーメントに及ぼす化学的不均質性の影響

神戸大学大学院 松永 尚子・井上 一哉・田中 勉  
デルフト工科大学 Gerard Uffink

地盤中の溶質は流速分布の不均質性から起こる分散現象等の物理的作用と土粒子への吸着や化学反応、微生物分解等の化学的・生物的作用により、時々刻々と濃度を変化させながら移行していく。本研究では化学的作用に注目し、崩壊定数や遅延係数を確率的に分布させた浸透場に対して粒子追跡法により物質移動解析を実施する。さらに時間・空間モーメント解析を通じて、崩壊・遅延現象と溶質挙動との関連性について検討する。

### PIV 解析による地盤の浸透破壊現象の把握

神戸大学大学院 石渡 洋子・田中 勉  
廣瀬 哲夫・井上 一哉

条件を変えた 25 種類の二次元集中流地盤の浸透破壊実験を行い、PIV 解析を用いて水頭差の増加に伴う砂粒子の移動特性について考察し次の結論を得た。(1) PIV 解析を用いると砂粒子の挙動を把握できる。(2) 変形開始時水頭差直後、下流側地盤では、矢板の根入れ深さ  $D$ 、幅  $D/2$  の範囲において砂粒子の移動が起こる。(3) 変形開始時水頭差以降、上流側地盤における砂粒子の鉛直下方への移動は、矢板壁近傍の狭い範囲に限られる。(4) 浸透破壊における中密度の砂地盤の挙動は、連続体の塑性変形ではなく砂粒子の移動による。

### 二次元集中流地盤の浸透破壊

流量急増、地盤形状変化と土粒子移動の関係

神戸大学大学院 田中 勉・石渡 洋子・廣瀬 大輔  
西河 宏樹・井上 一哉

条件を変えた 25 種類の二次元集中流浸透破壊実験を行い、実験の再現性、流量急増時水頭差  $H_d$ 、変形開始時水頭差  $H_f$ 、PIV 解析による地盤構成砂粒子の移動開始時水頭差  $H_{PIV}$  につ

いて考察し次の結論を得た。(1) 実験結果には再現性がある。(2)  $H_d = H_f = H_{PIV}$  の関係が成り立つ。(3) 水頭差が増加しある値に達すると、地盤が変形し始め(ゆるみ始め)、それと同時に流量が急増し、下流側地盤矢板近傍で砂粒子の塊として移動が始まる。

### 変形性粒子を含む混合土の圧縮特性に関する研究 積層体模型による一次元圧縮特性の定量的考察

大阪府立大学大学院 木全 卓・正木 裕也

スチレン棒とアルミニウム棒を混合した積層体模型を用いて、一次元圧縮試験を行い、変形性粒子を含む混合土の圧縮特性について検討した。さらに、幾何学的にモデル化を行い、実験結果と比較した。その結果、混合する試料の圧縮特性をもとに、変形性粒子の混合比の増加に伴う体積ひずみ量の増大分を要因別に予測できる可能性が明らかになった。

### 粒子追跡法による Capture Zone 評価

神戸大学大学院 井上 一哉・松永 尚子・田中 勉  
デルフト工科大学 Gerard Uffink  
神戸大学 高尾 幸宏

揚水量や取水井の配置形態に応じて流速ベクトルは変化することから取水井の Capture zone の幾何形状は多様に変化する。また、Capture zone 内に汚染源が存在する場合、取水井への汚染粒子到達可能性は分散作用による集水口ス粒子の存在により変化する。本研究では、粒子追跡法を応用して Capture zone の時系列変動を捉えるとともに、汚染粒子初期位置と取水井の到達確率の関係を検討する。

### タンバを用いた弾性波探査の土構造物への適用

京都大学大学院 常松 英史・小林 晃・山本 清仁

ため池などの土構造物の改修事業の計画立案のための調査の省力化および効率化を目指し、弾性波探査による現状把握手法の検討を目的とする。震源としてタンバを用い、解析としてコンクリートで用いられるインパクトエコー法を援用し簡便な検査手法の開発を検討する。

### ため池と水路ネットワークのリスクマネジメント

京都大学大学院 林 太矩馬・小林 晃

現存するため池の多くは老朽化が進んでおり、2004 年の新潟県中越地震では約 550 個のため池が被害を受け、また水路の被災は 4 491 カ所にも及んだ。被災水田の内ではため池や水路の復旧ができないため作付けできなかった水田も数多く存在した。そこで本研究では、地震に対するため池と水路の破損確率を定義し、水路ネットワークを築くことで水田まで水を供給できる確率にどれほど影響を及ぼすのかを検討し、水路ネットワークの意義を議論する。

### 台風4号による災害復旧 川島地区における事例紹介

三重県四日市農林商工環境事務所 山越 裕  
三重大学大学院 酒井 俊典

平成19年7月14日～15日にかけての台風4号による豪雨により、四日市市川島地区における農地開発団地内の幹線農道が法面崩壊し、通行不能となる被害が発生した。本報告は、本地区で発生した法面崩壊発生の原因の推定とその対策について述べるものである。

### 被圧地下水対策と経営体育成基盤整備事業

福井県福井農林総合事務所 堂本 善和

本地区は古来より、圃場内に出現する湧水に起因した湿田化に悩まされていた。各種の地盤調査・試験により、地下深部に存在する被圧地下水に起因していることが判明した。本事業では(1)垂直型暗渠排水工、(2)面的暗渠排水工(仮称)の各々による湧水処理工を検討した。各工法ともに現地で試験施工による確認を行った結果、施工性・経済性・対策効果等のさまざまな面で後者の方が優位と判定され、本工法の採用に至った。しかし、乾田化に至った圃場の内部で、局所的にな軟弱部分として残る場所があり、本手法のメリットやデメリット、留意すべき事項を検討した。

### コンクリート構造用水路の保全計画策定における 余寿命予測手法の研究

富山県土地改良事業団体連合会 竹沢 良治

富山県内では農業水利施設ストックマネジメント事業の取組みとして、平成19年度に有筋64.4km、無筋89.8kmのコンクリート構造用水路の保全計画策定を実施した。この中で、現地調査を通じて得られた劣化状況を健全度指標を細分化して評価を行い、供用年数、評価データの関係性を数値モデル化して標準劣化曲線を設定し、当該施設の供用年数、健全度と標準劣化曲線を比較して余寿命年数を予測する手法の研究・実用化を行った。

### 頭首工における性能確認調査と今後の方向

北陸農政局佐渡農業水利事業所 酒井 博之・米山 元紹

構造物を新設あるいは補修・修繕するに当たっては、性能設計手法が一般的に活用されるようになりつつある。このような背景のもと、性能設計にアプローチする一つの試みとして、小倉川頭首工を対象として、性能確認のための調査方法を立案し、現地において調査した。ここでは、これらの考え方と結果について述べる。

### シーリング作業の簡略化を目的とした 接着型簡易漏水補修テープの開発

ショーボンド建設(株) 石神 暁郎・加藤 智丈・江口 和雄  
農村工学研究所 森 丈久・中矢 哲郎  
渡嘉敷 勝・森 充広

農業用水路の老朽化とそれに伴う機能低下が問題となっている。最近では、直営施工による簡易的な補修も行われている。漏水補修では、主にシーリング作業による止水処理が行われているが、専用工具を要する作業は実質的には行い難い。筆者らは、専用工具を用いずにシーリング材などが持つ特性を発揮させることができる密着型簡易漏水補修テープの開発を行っている。本稿では、開発した接着型テープの止水性と追従性について示す。

### 老朽化した農業用用水路における表面補修工法の 実施事例

近畿農政局紀伊平野農業水利事業建設所 井上 公輔

紀伊平野地区では、老朽化した農業用用水路の補修工法として表面被覆工法を採用しているが、本報告では物理的特性の内ひび割れ追従性について検証するため、被覆厚やひび割れ処理方法を変えて試験施工を行った。2カ月後の検証結果では、絶縁処理を行った方が表面にクラックが発生しておらず、効果が見られた。ただし初期検証であることから、今後ひび割れ処理方法として絶縁処理が適用可能かどうか検証し、同工法の指針作成としたい。

### 炭素繊維シートを用いた補修・補強工について

兵庫県北播磨県民局地域振興部 谷垣 和彦

施設の容量不足、構造上の問題等により早急に改修を行う必要があると指摘された農業用排水樋門について、農業用河川工作物応急対策事業にて改修を実施した。改修方法について、施設の劣化状況・経済性等の検討を行い、経済的かつ既存ストックの有効利用となる炭素繊維シートによる補強工法を採用した。本工法を採用するに至った経緯および工法の特徴等について報告する。

### 圧力管曲部軽量スラスト防護工法の動的挙動の検討

神戸大学大学院 泉 明良・河端 俊典・内田 一徳  
東洋建設(株) 澤田 豊  
農村工学研究所 毛利 栄征・有吉 充

著者らは圧力管曲部に作用するスラスト力の対策工法として、ジオグリッドを用いた軽量スラスト防護工法を提案した。本研究では、当提案工法の液状化地盤における動的挙動を明らかにし、耐震性を検討するために振動台実験を行った。その結果、従来用いられてきたコンクリートブロック工法と比べると、当提案工法の方が曲管部の移動量が小さく、液状化地盤に

おいても当提案工法が有効であることが明らかとなった。

### 内圧管屈曲部背面地盤の補強効果に関する検討

神戸大学大学院 柏木 歩・河端 俊典  
東洋建設(株) 澤田 豊  
農村工学研究所 毛利 栄征  
神戸大学 花澤 貴文  
北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所 志村 和信  
中島 博文

農業用パイプラインなどの圧力管曲部にはスラスト力が作用する。農林水産省設計基準において、曲管に作用する受働抵抗力は、ランキンの受働土圧から算出される水平抵抗力の65%と規定されている。本研究では、曲管の背面地盤をジオグリッドにより補強する新たなスラスト防護工法を考案した。当工法を対象とし、補強領域の幅、ジオグリッド枚数、埋戻し材料を変化させたさまざまなケースにおける水平載荷模型実験を行い、当工法の有効性について検討を加えた。その結果、当工法を用いた場合、水平抵抗力が最大で約35%増加することが明らかとなった。

### 大口径パイプラインの現地実証試験とそのデータ解析

北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所 志村 和信  
中島 博文

国営九頭竜川下流農業水利事業で整備される管水路は最大で直径3,500mmと大規模であることから、大口径パイプラインの設計・施工方法の妥当性および安全性を確認するため、埋設現場における大口径鋼製パイプの挙動観測とその解析を行ってきた。今回、荷重の増加や基礎材の変化(材料、支持角)等、標準断面と異なる条件について、施工断面の違いをFEM解析で解析的に再現することで、安全性を評価する手法を開発する。

### 不均質性地盤の切土法面における保護工法について 広域農道岩湧地区の事例

大阪府南河内農と緑の総合事務所 梅村 安史・加茂 長郎

広域営農団地農道整備事業「岩湧地区」は、大阪府の南東部に位置する河内長野市の山間部で実施している。この地域は各集落が急峻な山地で分断されており、これら農業集落を農道で横断的に結ぶことで、集落が連担することが可能となり、経営体質の改善や農作物の輸送体系の強化をはじめ、地域交流の促進や利便性の向上などを図ることを目的としている。本地区では切土法面保護工の施工中に法面上部の地山が崩壊事故が発生した。工事施工における安全確保のために、法面崩壊の自然的要因の調査と施工中における安全性確保を最優先した工法、施工・安全管理方法について検討した結果について述べる。

### 地すべり発生における法面对策工について 農用地総合整備事業 南丹建設事業所の現場から

森林総合研究所森林農地整備センター近畿北陸整備局  
南丹建設事業所 東 宏行

農用地総合整備事業南丹区域では、京都府南丹市・船井郡京丹波町における農産物の流通迅速化のため農業用道路整備(総延長22.1km)を行っている。その中で、京丹波町地内の丹波瑞穂線2工区において工事着手後に変状性地山の影響から大規模な地すべりが発生した。本報は、発生した地すべりに対する調査から対策工法の立案に至るまでの経過を報告するものである。

### 寒冷地における流動化処理土打設実験 その1 流動化処理土の初期強度特性

農村工学研究所 毛利 栄征  
北海道開発局札幌開発建設部札幌南農業事務所 小野 尚二  
中西 浩輝  
(株)中研コンサルタント 清水 和也・松本 良太  
(株)エステック 真鍋 拓吾

現地発生土を用いた流動化処理土を大口径パイプラインの基礎材料として用いる場合、締固めなどの工程がなく比較的均一な支持地盤が作製されるので、パイプラインにとって構造的に高い安全性を確保できる。しかし、寒冷地に流動化処理土を適用する場合、養生方法と強度発現について検証が必要である。本報では打設した流動化処理土を簡易な養生での初期強度特性について検討を行った。

### 寒冷地における流動化処理土打設実験 その2 流動化処理土の温度上昇特性

農村工学研究所 毛利 栄征  
北海道開発局札幌開発建設部札幌南農業事務所 小野 尚二  
中西 浩輝  
(株)中研コンサルタント 清水 和也・松本 良太  
(株)エステック 真鍋 拓吾

現地発生土を用いた流動化処理土を大口径パイプラインの基礎材料として用いる場合、比較的均一な支持地盤が作製されるのが、効率的な施工を進めるためには強度発現特性の把握が重要である。寒冷地のパイプラインに流動化処理土を適用する場合、氷点下環境での養生方法とその効果や強度発現についての検証が不可欠である。本報では発泡スチロールを処理土表面に乗せた簡易な養生方法を提案し、処理土内の温度変化について検討した。

### 水路改修における水路堆積土砂の処理及び その有効利用について

大阪府中部農と緑の総合事務所 大利 元樹・今泉令男奈

五個水路は、大阪平野を流れる農業用水路で、周辺の市街化により防災の見地からもその重要性が増しているが、現在、護岸の老朽化が著しいことから、早急な改修が必要である。また、改修時には、長い年月の経過により水路内に堆積した、泥土の除去が必要である。本工事では、堆積土砂の有効利用およびコスト縮減を目的に、旧護岸前面に設置する新設護岸の埋戻し土に、固化処理した改良土を有効利用する手法について検討した。

### 粗骨材寸法の大きいコンクリートの破壊特性

三重大学大学院 石黒 寛

40 mm と 80 mm ふるいでウエットスクリーニングしたダムコンクリートの破壊試験を実施した。試験結果からコンクリートの破壊エネルギーと引張軟化曲線を求め、粗骨材寸法が大きい場合のひび割れによる破壊特性を調べた。この結果、粗骨材寸法が 40 mm から 80 mm に増大すると破壊エネルギーは 1.4~1.6 倍程度増加した。粗骨材寸法が大きい場合、ひび割れ進展時の骨材の噛み合せ効果が大きくなり、コンクリートの破壊抵抗性は増加する。

### 県道横断推進工における地盤沈下予測と観測結果

東海農政局 古川 剛巧・中家加津彦

今回取り上げる工事は 3 連の推進工からなり、県道岡崎環状線を 2 連の推進で斜め横断させること、さらに 1 本の推進は県道と併走させるもので、工事に伴い路面沈下等による県道への影響が予想された。このため設計段階と施工段階での設計照査により、3 連推進管相互の影響に対して沈下予測を行い、安全性を確認した上で工事に着手した。ここでは本工事の推進工による周辺地盤の沈下予測と観測結果について報告する。

### 水底の熱拡散係数を用いた 水温データから地温推定のための 1 次回帰式

三重大学大学院 岡田 直・近藤 雅秋・加治佐隆光

水底の地中熱伝達量を推定するために、 $n$  時間の平均水温から 5 cm 深の地温を推定する 1 次回帰式をとりあげた。そこで適用されている係数は従来、最小二乗法で試行錯誤的、経験的に決められているが、ここでは、熱拡散係数などの物理的変数から直接的に変換する計算手順を提示した。一連の手順に起因する問題は今のところ発生していないが、今後、適用例を追加してさらに検討したい。

### 排水路側耕作道の設置による水田からの 流出負荷削減効果

京都大学大学院 中村 公人・東岡 秀高  
キタイ設計(株) 中島 吉嗣・古川 政行  
鴨川流域土地改良区 廣瀬 良一

排水路側耕作道の設置が水田からの流出量、流出負荷量および浸透量と用水量に及ぼす影響を検証した。その結果、排水路側耕作道の設置により、畦畔漏水が抑制されて流出量、流出負荷量ともに抑制され、浸透損失量の抑制により用水の節水が可能になることが示唆された。収量減少という短所があるものの排水路側への車両の乗り入れが可能になるため落水口管理が容易になることから耕作者は設置に好意的であった。

### 循環灌漑実施地区における負荷量動態と 循環灌漑規模の関係

京都大学大学院 松田 圭介・中村 公人  
濱 武英・川島 茂人

滋賀県高島市鴨川流域を対象に、循環灌漑における再利用水の水量規模が琵琶湖への流出負荷量と流出負荷削減効果に与える影響について考察を行ったところ、明瞭な水田の水質浄化機能の発揮は確認できなかったが、現行の全揚水量に占める排水の再利用量であれば、末端排水濃度の上昇が抑えられ、琵琶湖への流出負荷量削減が期待できることがわかった。

### 木曾岬町中央幹線排水路における水質汚濁の現状

三重大学大学院 長森 洋斗・近藤 雅秋・加治佐隆光

現在、木曾岬町中央幹線排水路では水質汚濁が問題視されている。中央幹線排水路の水質汚濁の現状を把握するために、透視度、照度、気温、風速、水位変化などを秋期と冬期に長時間観測した。その結果、透視度の時間変化が大きいことを確認できた。特に冬期では植物プランクトンの走光性が見られ、照度や気温が上がれば植物プランクトンの活動が活発になり、光合成をするために水面上昇し、透視度が減少したと考えられる。

### 芝生と暗渠排水を用いたリン濃度低下システム

三重大学大学院 加藤 貴之・近藤 雅秋・加治佐隆光

排水中のリン濃度に注目し、芝生と暗渠排水を用いたる過のシステムをイメージし、実験を行った。その結果、リン酸濃度は、液肥、団粒化剤、芝生利用の有無を総合的に評価した場合、ろ過されることによりおおまかには 0.02 ppm 付近に近づく傾向があることが確かめられた、この収束値は、湖沼の富栄養化に対してこのシステムが有効に利用できることを示しているように思われた。

## マルチングがミカン農園の実蒸発散量に与える影響 に関する基礎的研究

大阪府立大学大学院 田淵 友義・堀野 治彦・中桐 貴生  
和歌山県果樹試験場 宮本 久美

高品質ミカンの安定生産に向け、マルチングしたミカン農園での、気象要素を利用した簡易で実用的な蒸発散量推定法の確立を目的とし、その基礎としてマルチが蒸発散に与える影響、および蒸発散と気象要素の関係を調べた。室内実験と野外観測の比較から、比較的低水分管理された圃場においては、水蒸気移動の阻害ではなく日射の遮断による影響が大きいと推察された。また、蒸発散比と日射量の特徴的な対応関係が整理できた。

## 高品質ミカンの生産に向けた灌漑管理に関する研究

大阪府立大学大学院 土居 真純・堀野 治彦・中桐 貴生  
和歌山県果樹試験場 宮本 久美

高品質なミカンの生産に適した土壤水分域(=EM<sub>hq</sub>)の概念を導入するとともに、従来の灌漑水量算定手順を踏まえ、新しい灌漑計画策定について考察してきた。本策定法の実用化に向けて、細根密度の垂直分布から有効土層および制限土層を決定した上で、異なる2つの果樹水分ストレス指標を用いて求めた各EM<sub>hq</sub>を比較することにした。また、以上を踏まえて間断日数と灌漑水量を算定し、灌漑実績をもとに現状との差異を検討した。

## フィリピン灌漑システムにおける農民組織の 状況と課題

近畿大学 平井 朝大・松野 裕  
大阪府立大学大学院 堀野 治彦

フィリピンの国営灌漑システムの一つであるアンガット・マーシム国営灌漑地区を事例にあげ、農民組織の現況およびその課題について検討した。特に、経営難の直接的原因となりうる、組合員の水利費未払いの要因をアンケート結果をもとに分析した。結果として、水利費未払いの農民には、圃場の排水問題などに起因する低収量や投入費用の高騰などによる経済的問題を抱えていることが明らかになった。

## 地域に愛される水路へ 岩見用水での試み

兵庫県龍野土地改良事務所 藤尾 和子

岩見用水路は都市近郊部を流れる水路で混住化が進み、農業従事者も減少しているため農家だけで水路の管理をするのが難しくなっている。そこで地域用水機能増進事業というソフト事業で地域とともに管理できるようにさまざまな施策を展開してきた。しかし事業の完了を間近に控えた現在も農家と地域が共に手を携えるようなシステムにはなっていない。そこでその原

因と解決方法を考えた。

## 能勢町におけるほ場整備と今後の展開について ランドデザインからルーラルマネージメントへ

大阪府北部農と緑の総合事務所 栗栖 和道・三宅 敦

平成19年度に中山間地域総合整備事業天王地区が完了し、大阪府が能勢町において昭和56年度から平成19年度まで27年間進めてきた能勢町における面的な整備が完了した。これまでの取組みと、今後の農業や農地のあり方について考察する。

## ため池耐震検討を契機とする農空間の防災機能発揮 に向けた取組み

岸和田市土生町の事例から

大阪府泉州農と緑の総合事務所 山田 恵彦・高山 淳

本府では平成18年度、土地改良施設耐震対策計画(案)を策定した。今世紀初頭に発生する確率が高いとされる東南海・南海地震および直下型地震などの大規模地震により、ため池等の土地改良施設が被災し、府民の生命・財産に甚大な被害が及ぶことが想定されることから、土地改良施設に耐震対策を施し、府民の安全・安心に寄与することを目的とした。本計画を受け、岸和田市土生町に存在する孟正寺池の改修は、大規模地震を想定した解析結果により整備着手した。本報では、孟正寺池を核とする土生町の農空間が持つ防災機能向上に向け、農家と地域住民協働によるワークショップ・防災訓練の開催に至るまでの過程と実施内容について報告する。

## 農家・地域住民等参加型直営施工の実施事例

「ため池群広域防災機能増進モデル事業 川原地区」  
の取組み

滋賀県農政水産部 佐野 寿彦

滋賀県では、ため池の防災機能の増進とともに周辺里山の魅力向上に向けた取組みを地域ぐるみで進めるべく、ため池群広域防災機能増進モデル事業および県単独事業のため池・里山・人のにぎわい推進事業を展開しており、10地区で特色ある取組みが行われている。特に平成19年度からは、地区の多くが先に策定したため池の防災機能増進計画に基づいた補完的整備工事を農家・地域住民等参加型直営施工方式により取り組んでいるため、これの1事例と事業に携わり感じたことを報告する。

## 大阪の農空間を守る 条例と遊休農地対策

大阪府環境農林水産部 高橋 修・村山 俊一

大阪府は「府民とともにめざす豊かな食とみどりの創造」を基本目標に、「大阪府新農林水産振興ビジョン」を平成14年に策定した。本ビジョンに基づき、多様な機能を有する大阪の

農空間の保全・活用を進めていく上で、大規模営農を目指す国の法制度や施策は、1戸当たりの耕地面積が全国最小(35a)であるなど、本府の実情にあったものではない。このため、ため池、水路などが広がる農空間の保全と活用を目的に「大阪府都市農業の推進および農空間の保全と活用に関する条例」を平成20年4月から施行した。本報では、本条例に定められている「農空間保全地域制度」に基づく取組みについて述べるものとする。

### 農地・水・環境保全向上対策の推進について 富山市周辺の対策の展開と現状

富山県知事政策室観光・地域振興局 大楠 立紀

昨年4月から始まった農地・水・環境保全向上対策について、富山市周辺(富山市、立山町、上市町、舟橋村)における対策の取組みと初年度の活動実態について報告する。

### 農業用水路の環境配慮型整備に関する取組状況 米井支線を事例として

滋賀県南部振興局 奥 善博・大森 俊之

野洲市中央部を流れる用水路の米井(よない)支線は、既設護岸の老朽化に伴い、漏水等による適正な送水管理が困難となっていた。かつてはホタルが乱舞するような親水水路でもあったため農業用水路としての機能、一方で親水水路としての機能を兼ね備えた改修が必要となり、農業用水再編対策事業による整備を図ることとなった。近年、水利施設と環境との関わりが注目され、環境配慮型用水路の積極的な整備も予想される中、一体的に取り組んだ先駆的な事例として、紹介するものである。

### 景観に配慮した用水路改修工事と親水公園整備による 水辺空間の提供

福井県丹南農林総合事務所 山下 剛史

建設から35年が経過し、老朽化に伴う漏水で稲作に支障を来している石田三ヶ用水路を改修して、農業用水の安定供給を図るとともに、その用水路を活用した水辺空間(親水公園)を整備することで、地域住民の農業用水路に対する環境保全への意識高揚を図る。

### ワンドの効果

富山県立大学短期大学部 橋詰 巽・広瀬 慎一

玄手川延長3kmは近自然工法により川底が改修され、その中流部に延長102mのワンドが設けられた。植被率を調べた結果、工事施工後ほぼ2年4カ月で78.1%となり、ナガエミクリを優占種とする極相を形成した。マーキング調査によりトミヨの生息状況を調べた結果、施工前3.2匹/m<sup>2</sup>、施工直後1~3年2.6~5.9匹/m<sup>2</sup>であった。これらの調査から、ワンド

ではトミヨの生息の場や再生産の場が十分確保されたといえる。

### 魚道に設置された副落差における低周波音対策 について

福井県嶺南振興局 坂下 明俊  
(株)国土開発センター 澤 康雄

河川に設置された堰等では、越流水膜と背後空洞に共鳴現象が生じることによって低周波成分の卓越した音が発生する場合がある。谷田部頭首工の改修工事後において近傍民家の建具にがたつき現象が発現するようになり、その原因究明の結果、頭首工から発生する低周波音であることが判明した。この結果を受け、対策を実施しており、講演では低周波音対策事例として、原因究明のための調査、対策効果の検証結果について報告する。

### 環境に配慮した農道づくりの取組み 環境配慮工事を踏まえて

大阪府泉州農と緑の総合事務所 立原 直之・日根 直哉

交流ネットワーク総合整備事業「堺南部地区」は、大阪府の中央南に位置する堺市で実施している。本地区は農業振興地域にあり、都市近郊農業が盛んな地区である。周辺に点在する農業関連施設(酪農団地、農産物直売所等)を有効に活用し、堺南部地区だけでなく、周辺都市を含めた地域間の連携や都市住民との交流を促すことにより、地域の活性化を図るため、整備が続けられている。一方、この地域には豊かな自然環境が多く残っており、さらには、大阪府レッドデータブック「絶滅危惧類」であるカスミサンショウウオをはじめ、オオタカ等さまざまな動植物が生息する場所でもある。本報では、そういった環境の中、農道整備で実施した環境配慮工事について紹介する。

### 琵琶湖東岸地域における物質循環に関する研究

近畿大学 油谷 哲靖・八丁 信正  
松野 裕・越智 士郎

バイオマス資源循環モデルを用いて、琵琶湖東岸に位置する西の湖とその周辺地域における物質循環メカニズムを分析することにより、環境調和的な物質循環システムの解明に寄与することを目的とする。農業に由来する汚濁負荷の評価に当たっては、西の湖流域において発生する農業以外の汚濁負荷およびその発生原因についての全体像を把握することにより、農業に起因した負荷量を相対的に評価した。

### ため池が有する環境保全機能の定性モデル化

大阪府立大学大学院 工藤 庸介・五幣 雄太

本研究では、近年注目が集まっているため池の多面的機能に

着目し、特に環境保全機能について既存の知識を整理し定性モデル化を試みた。そして作成したモデルに対し、定性推論の手法を応用した定性シミュレートを行うことで、妥当性の検証を行っている。その結果、水質浄化機能に係る関係性について若干の修正が必要であるという問題点が抽出されたが、おおむねため池の環境保全機能を表現できているモデルである事が確認された。

### 非灌漑期に水田地区から流出する窒素・リン

京都大学大学院 濱 武英・中村 公人・川島 茂人

琵琶湖岸水田地区を調査し、排水の T-N, T-P の年間変動を分析した。2007 年度の分析では、非灌漑期の排水の T-N は常に  $2 \text{ mgN L}^{-1}$  を超える高い値を示した。非灌漑期の排水の T-N の 7 割以上が溶存態成分であり、排水の窒素は排水路の底泥に吸着された窒素と転作田に肥料として施用された窒素から供給されると推察された。非灌漑期の窒素の流出負荷は年間の総流出負荷の 5 割を占めており、非灌漑期の流出負荷削減対策の必要性が示された。

### 水面栽培法による水質浄化について

滋賀県立大学大学院 田中 信  
滋賀県立大学 金木 亮一

水面栽培法は水域の水面に筏を浮かべ、その浮力を利用して根は水中、地上部は水面上で生育させる手法である。本研究では、流入濃度や流量の異なる 2 カ所ですツマイモおよびセキショウを生育させ、その水質浄化能を検討した。窒素の浄化率は 8~43%、リンの浄化率は 2~12% となり、設置箇所の流入濃度や流量および調査時期により差が見られたものの、水質浄化効果のあることが確認された。

### 時間モーメントに及ぼす NAPL プール位置の影響

神戸大学大学院 井上 一哉・田中 勉  
サンスイコンサルタント(株) 鈴木 章世  
神戸大学 竹之内 亮

トレーサ試験や観測井の時系列濃度データは NAPL プールの存在状態に応じて変動するため、帯水層内に分布する NAPL プールを同定する材料となり得る可能性を有している。本研究の目的は、NaCl 水溶液を用いたトレーサ実験を通じて、浸透領域内にトラップされた NAPL プールが観測点の破過曲線変動に与える影響について実験的に検討することで、汚染源情報の抽出に向けた観測点情報の有効性を探ることにある。

### 休耕田を利用した地下水涵養手法

富山県立大学短期大学部 広瀬 慎一・高瀬 智志

富山県では、消雪水汲み上げによる急激な地下水低下が生じ

ているが、春の水田灌漑により復元する。しかし将来に備え、休耕田による地下水涵養が注目されている。涵養実験は庄川沿いの休耕田で行った。水道メーターによる水収支調査では、ほぼ  $200 \text{ mm/日}$  の減水深が継続的に観測された。この実績は杭による一筆減水深調査でも実証された。浸透能が低下した場合、中干し耕起をして再開するのが有効であると思われる。

### 金生水沼沢植物群落における非灌漑期の地下水位

三重大学大学院 近藤 雅秋

金生水沼沢では、かつての湿地性植物群生を復元させるための事業がなされている。その中で根域に大量の水分があると背の高い植物が爆発的に成長し、望ましい植生のために地下水位管理が重要になっている。現状を把握するために 2007 年秋期から冬期にかけて非灌漑期の地下水位を調査し、大まかな傾向を見るための単一セルモデルによる解析を行った。長期間にわたる水位の低下傾向やポンプによる間欠揚水を良好に再現できた。

### 排出負荷管理を目的とした転作地決定モデル

京都大学大学院 長野 峻介・前田 滋哉・河地 利彦

水田や畑地から排出される汚濁負荷管理のため、一つの営農組織が管理する農地組織において、収益の最大化と農地組織全体からの排出負荷量を最小化することを念頭に置いた転作地決定モデルを提示する。営農組織が作付計画を行う状況を想定し、単位面積当たりの収益確保と全窒素負荷量抑制を目的とした農地組織内の転作圃場を決定する 0-1 計画問題を定式化する。そして、仮想的な農地組織を設定し、本モデルを適用した例を示す。

### 屋上緑化施設が周囲の熱環境保全に及ぼす季節別効果

大阪府立大学大学院 永石 藍子・堀野 治彦・中桐 貴生

屋上緑化の効果の 1 つとして熱環境保全が期待されている。そこで、温度観測結果や熱移動モデルをもとに、屋上緑化施設が周囲の熱環境保全に及ぼす季節別の効果について検討した。その結果、春、夏季には屋内外で、冬季には屋内で効果が認められた。春、夏季に効果が発揮される主要因は水の多量純放射の熱配分に影響することであり、冬季に効果が発揮される要因としては土層厚による伝熱特性の違いが考えられる。

### 屋上緑化施設が大気から降下する汚濁負荷の流出に及ぼす影響

大阪府立大学大学院 岡森俊一郎・中桐 貴生・堀野 治彦

屋上緑化施設を模した、植栽の有無、土層厚の異なる試験プロットを学舎屋上に設置し、大気から降下する汚濁負荷量とプロットからの流出負荷量を比較した。プロット設置により大気からの T-N 負荷は削減され、COD, T-P 負荷は増加した。ま

た、植栽有りのプロットで T-N 負荷量は減少し、T-P 負荷量はより増加した。土層の厚いプロットで T-P 負荷は削減される傾向にあった。

### 堰上げられた農業用排水路における魚類個体数の 確率過程モデル

京都大学大学院 宇波 耕一・室井 洋佑・河地 利彦

水田へ魚類が遡上して産卵することを可能にする目的で、農業用排水路を堰上げる遡上施設が設置されてきている。魚類個体数の保存則を堰構造物で区切られた水路の区間に適用することにより、確率過程モデルを導く。モデルには、魚種や流れ場などに依存するパラメータがいくつか含まれ、それらの特性について検討する。また、実際に遡上施設を設置して観測を行い、モデルの枠組みにおける魚類行動の理解を試みる。

### トキの野生復帰に向けて 餌場確保の取組

新潟県佐渡地域振興局 宮里 圭一

新潟県では、環境省、農林水産省、佐渡市そして多くの民間団体と協力してトキの野生復帰に向けた取組を進めており、2015年に60羽のトキの定着を目指し、この9月25日には試験放鳥が行われる。その中で、佐渡地域振興局農林水産振興部(農地庁舎)は、餌場の確保に向けた役割を担い、ピオトープや水田魚道、江の造成を進め、ドジョウなどの餌となる生物が息できる環境づくりを行ってきた。これまでの取組みと今後について述べる。

### 足羽川頭首工における魚道のモニタリング調査

福井県福井農林総合事務所 土畑 秀彦

足羽川頭首工の全面改修に伴い、左右両岸にタイプの異なる魚道を設置した。アユやサクラマス(ヤマメ)を対象魚種として右岸には魚道ブロック型式魚道を、左岸にはハーフコーン型魚道を設置している。この効果を検証するためモニタリング調査を実施したが、溯上尾数について、右岸魚道は左岸魚道の4倍以上となった。これは、魚道の越流水深と下流側のみお筋が原因と思われるため、今後、頭首工下流部におけるみお筋の形成を工夫する事などが必要と考えられる。

### 三方五湖周辺部における大型のフナを対象とした 水田魚道設計事例

福井県嶺南振興局 小堀 健司

体長40cmの比較的大型のフナを対象魚とした水田魚道の設計事例。隔壁間プールの延長を大きくすること、越流水深を確保すること、隔壁部に多様な流速域を形成するための工夫を施すことにより、良好な結果が得られた。設計において得に重要なのは田面と魚道最上流隔壁との高さ関係であり、魚道内流

量が適正に流れるかどうかを左右する。地域住民が水田魚道の効果を容易に理解する仕組みについても事例紹介したい。

### ホテルの保全に配慮した用排水路整備事業の実施事例

福井県奥越農林総合事務所 三屋 眞也  
(株)ホクコン 小山 拓央

用排水の改修により、少なくなったホテルの保全を、地域の人々と一緒に保全していく方法の一つの事例を紹介する。

### 柴山瀧地区における環境との調和への配慮について

北陸農政局西北陸土地改良調査管理事務所 中村 大祐

排水路改修工事において、環境との調和に配慮すべく行った生態系調査(施工前、施工後)、および工事における対策についての概要を報告する。

### 乙坂今北・落井地区の生態系に配慮した取り組み

福井県丹南農林総合事務所 松山 哲也

農業農村整備事業の実施による、環境配慮整備事例として、乙坂今北・落井地区における生態系配慮水路の計画から実施また、事後調査等の一連の取組みについて報告する。

### 農業農村工における生態系への配慮 三国井場地区のピオトープ整備について

福井県坂井農林総合事務所 山本 朋代

農業農村整備事業の実施による、環境配慮整備事例として、三国井場地区におけるピオトープ施設の計画、実施について、また、整備後のピオトープ施設の活用事例について報告する。

### 狭山副池ピオトープにおける生物相調査について 継続的な住民活動を目指して

大阪府南河内農と緑の総合事務所 石森 慎司・中川 里栄

狭山副池は7世紀に築造された日本最古のため池といわれている狭山池を補完する目的で昭和6年に築造された、貯水量約30万 $m^3$ 、池面積約5haのため池である。大阪府では、この狭山副池において、平成3年度に大阪府が策定した、「オアシス構想」に基づき水辺環境の整備を行った。整備に当たっては、多様な生物が息できる空間を創ることを目指した。これまで整備した空間が実際に効果的に機能しているかどうかの検証がなされていなかったため、大阪府立大学の協力のもと、副池ピオトープにおいて生物相調査を行い、生物相の特徴を明らかにし今後の整備や維持管理について検討を行うこととした。

### 環境に配慮した水路整備について 北大冠水路の事例

大阪府北部農と緑の総合事務所 石渡 雅子

北大冠水路は大阪府高槻市の東海道新幹線、国道 170 号等の主要な交通施設に近接する市街地部に位置し、都市化の進展とともに農家人口の減少が進んでおり、農業用施設に関する地域住民の関心も薄れつつある地域にある。本水路の整備事業実施により農業用水路の多面的な機能を発揮することで、農業用施設への理解を深め、地域住民による施設の維持管理への参加促進効果を得ることを目的としている。平成 19 年度に施工した北大冠水路下流部の環境配慮型整備事例について報告する。

### カエル類の移動経路確保に配慮した工法の検討

福井県農業試験場 前野 正博・上野 秀治

山際に配置されるコンクリート水路構造物がカエル類の繁殖等の移動経路を分断し、生息に影響を与えている。今回カエルの行動特性、運動能力を把握し、既存のコンクリート 2 次製品を用いることにより、資材入手の容易性等も考慮した環境配慮工法（縦型スロープ水路）を考案。効果検証を行い、土地改良事業等における自然環境への影響低減を図る上での一つの方法を紹介する。

### GIS を用いたアカガエル類の産卵適地に関する 生息ポテンシャル評価

福井県農業試験場 上野 秀治・前野 正博  
福井県土地改良事業団体連合会 赤井 賢成

土地改良事業等において水田周辺の生きものの生息に配慮する上で、生息に必要とする環境要因から生息適地を事前に把握することは、基礎的かつ重要な課題である。今回 GIS を活用し、アカガエル類を指標種として、産卵場所と地形に起因する要因、土地利用に起因する要因との相関について検証し、得られた条件をもとにポテンシャル評価を行うことで、産卵適地を推定する技術の開発を試みた。

### ほ場整備施工前後のカエルの生息分布について

福井県嶺南振興局 三木 浩史

圃場整備施工前後において、生態系が受けるダメージからの回復状況についてカエルを例に調査を行い、その回復状況の傾向の違いについて検証・原因究明を行ったところ、隣接する圃場整備未施工区や河川堤防に生息していた個体群が回復に寄与している可能性が見受けられた。そこで、工事による生態系への影響を軽減するため、事業実施前の調査・設計段階において、供給源と生き物の動線、ネットワークを意識しておくことが非常に重要である。