

河川縦断・横断方向の連続性の 保全再生に関する現状と課題

石山信雄（北海道立総合研究機構・林業試験場）



本日のお話し

1. はじめに

- ・ 河川での“連結性”の種類 (p.58)
- ・ 再生方法のタイプ

2. 連結性再生での課題

- ・ 優先順位付け (p.15)
- ・ 長期的な事業評価 (p.16)

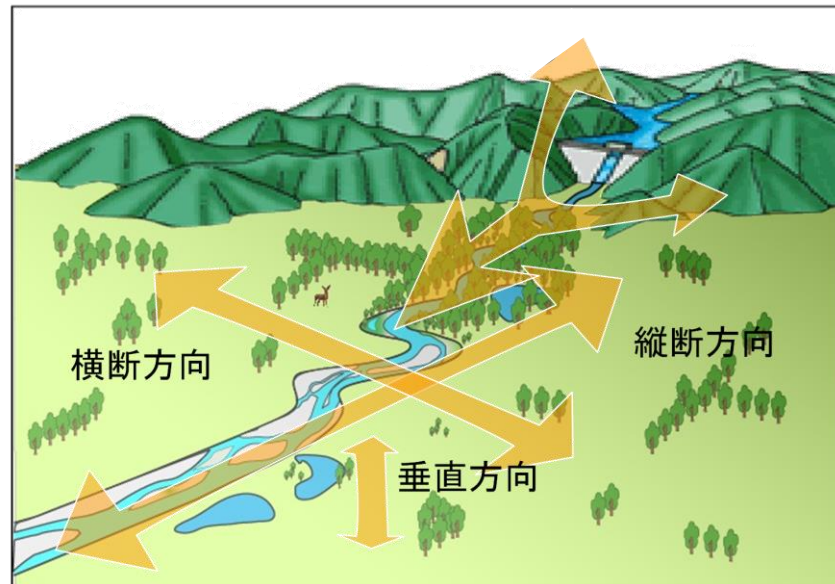
3. 気候変動下での課題

- ・ Climate-change refugiaの考慮

1. 河川ネットワークを支える様々な連結性

1. 縦断方向：上下流間（本流-支流、本流内）
2. 横断方向：本川-氾濫原間
3. 垂直方向：河川水-帯水層間

Ward (1989)



【縦断方向】 連結性の低下要因

・物理的な障壁

- 人工的な落差 （取水堰、貯水ダム、林道の設置 etc..）

・非物理的な障壁

- 河畔林消失による水温上昇
- 渇水区間による瀬切れ



【横断方向】 連結性の低下要因

【陸域】

・堤防建設

本川→氾濫原への冠水が物理的に阻害.

・人為的な土地利用の拡大

農地転換等による氾濫原自体の減少.

【水域】

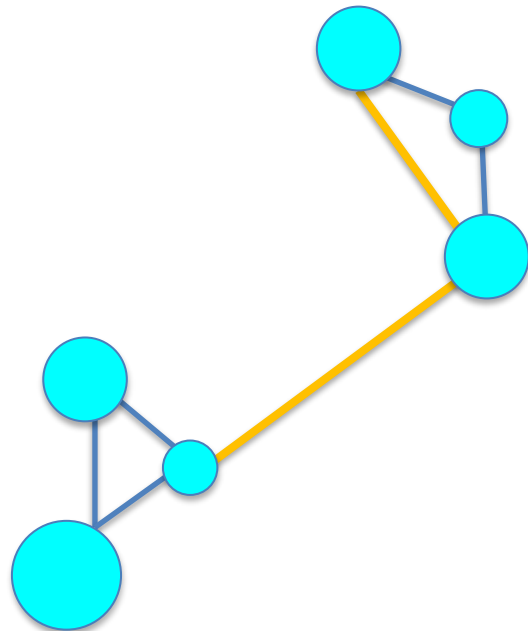
・ダム運用による流量改変

本川→氾濫原への冠水を阻害.



ネットワーク強度の高め方

タイプ①：つながりをふやす



【縦断・横断】
● 魚道の設置



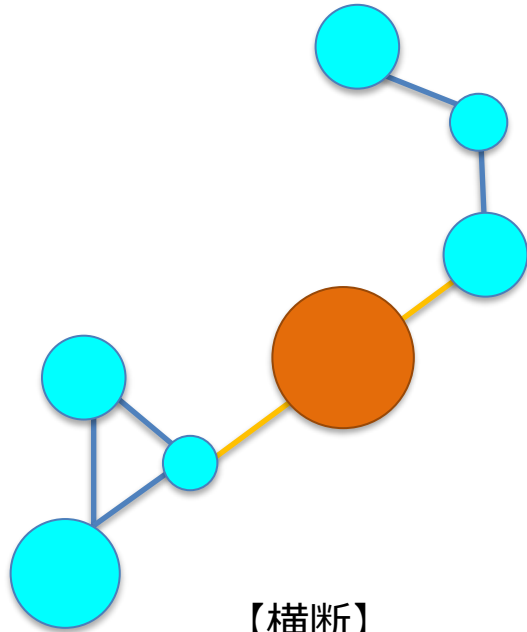
● 堤体の切り下げ



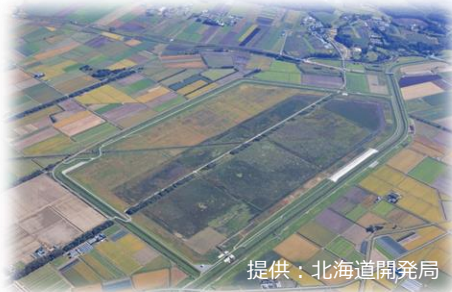
速水ほか(2021)応用生態工学会誌

ネットワーク強度の高め方

タイプ② 生息地をふやす

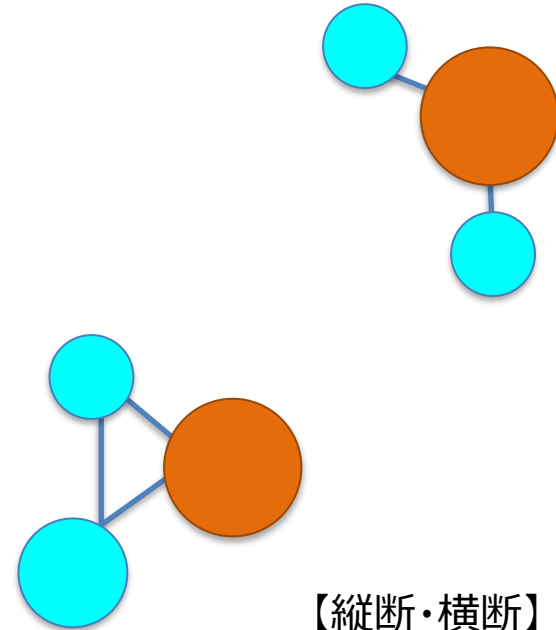


【横断】
遊水地（氾濫原）造成



提供：北海道開発局

タイプ③ 生息地の質を高める



【縦断・横断】
生息場の複雑性の改善



提供：北海道技術コンサルタント

河川生態系における水域ネットワーク再生手法の整理：日本における現状と課題

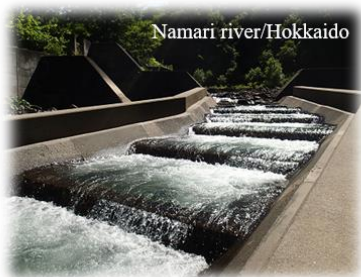
石山 信雄^{1)*}・永山 滋也²⁾・岩瀬 晴夫³⁾・赤坂 卓美⁴⁾・中村 太士¹⁾

Habitat Creation

Partial Restoration

Full Restoration

- ・魚道の設置



- ・堰堤の切り下げ



- ・堰堤、ダムの撤去



提供: 国土交通省八代河川国道事務所

縦断
方向

- ・人工水路、水田の保全
- 水田ネットワーク
- 湖沼ネットワーク



- ・ダムの試験放流
- ・遊水地の建設



提供: 北海道開発局札幌開発建設部

- ・ダムの撤去
- ・堤防の後退・撤去

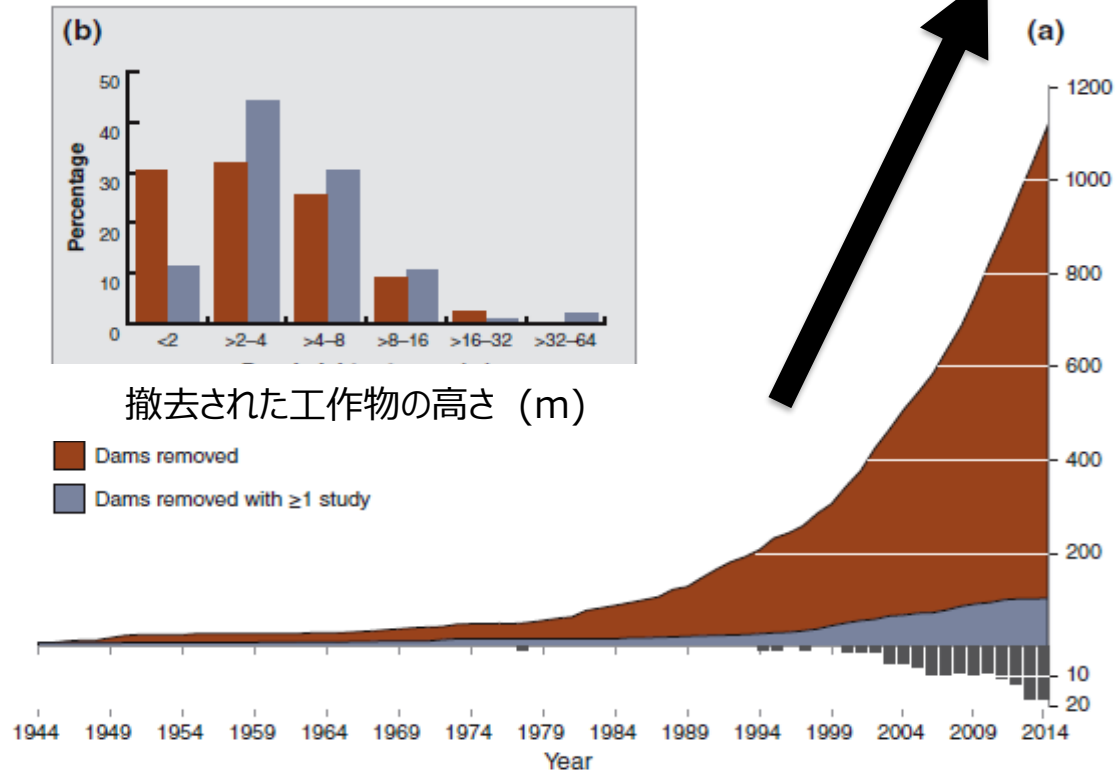


提供: 国土交通省八代河川国道事務所

横断
方向

横断工作物 撤去の推移 in USA

Bellmore et al. (2017)



魚道の設置による 遡上可能距離の推移 in 日本

川田ら (2016)

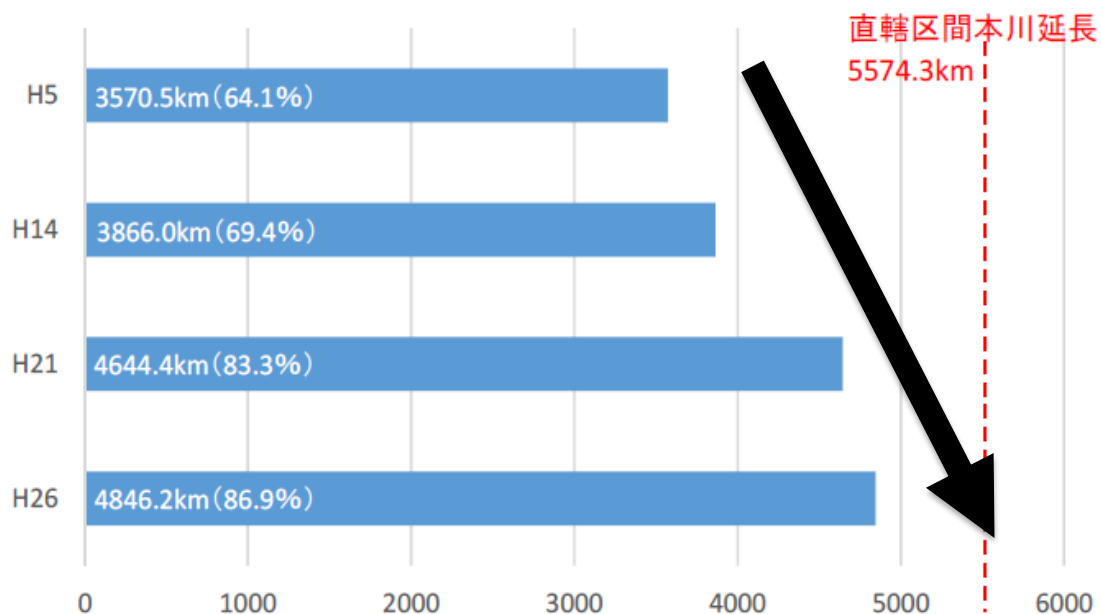
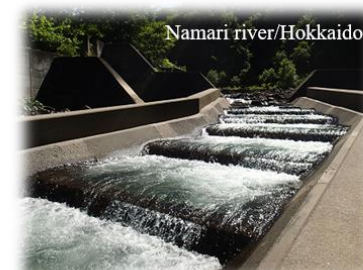


図-14 全国の直轄区間の遡上可能距離変遷
(アユを対象に遡上の可否を判定した結果)

お伝えしたいこと

1. はじめに

- ・ 河川での“連結性”の種類 (p.58)
- ・ 再生方法のタイプ

2. 連結性再生での課題

- ・ 優先順位付け (p.15)
- ・ 長期的な事業評価 (p.16)

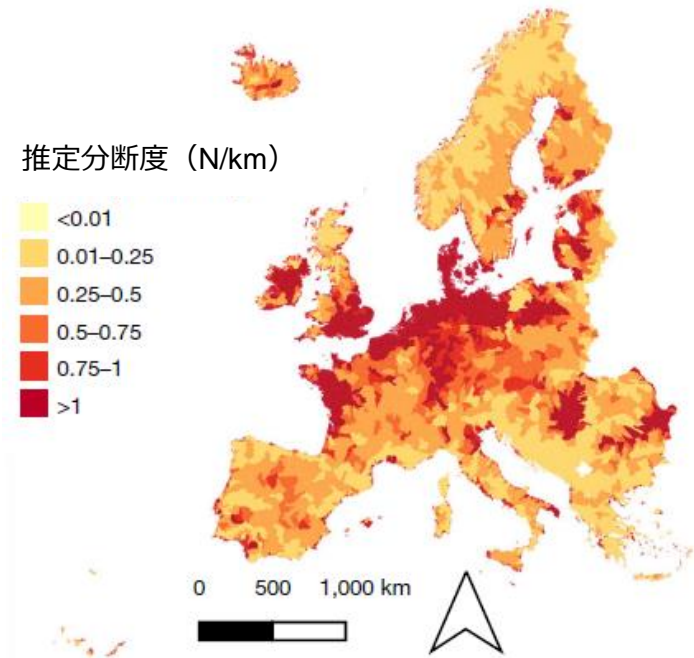
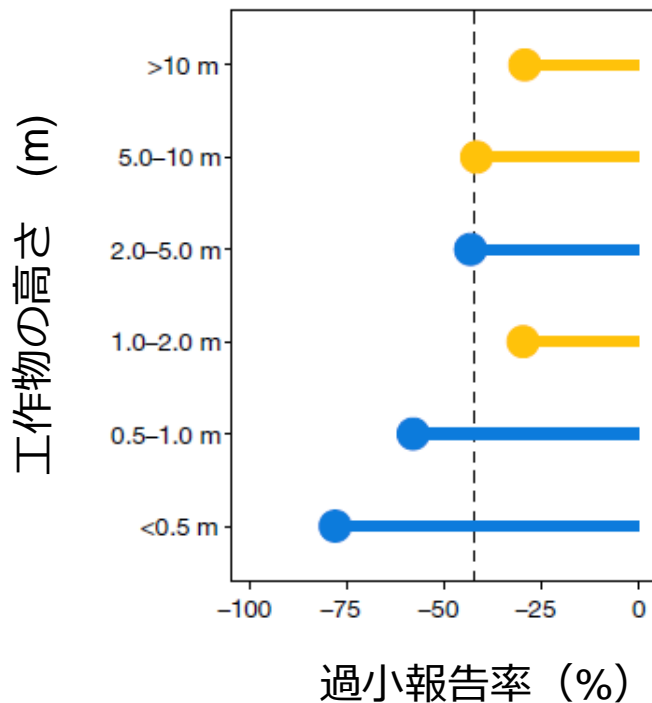
3. 気候変動下での課題

- ・ Climate-change refugiaの考慮

More than one million barriers fragment Europe's rivers

Belletti et al. (2020) Nature

- ・ヨーロッパ全土に**約130万**もの横断工作物が存在する可能性.
- ・既存のデータベースは**約4割**に評価している.



「生息地ネットワークの強度」を測る

dIIC: Δ Integral Index of Connectivity
(Pascual & Saura 2006)

① 「連結性」

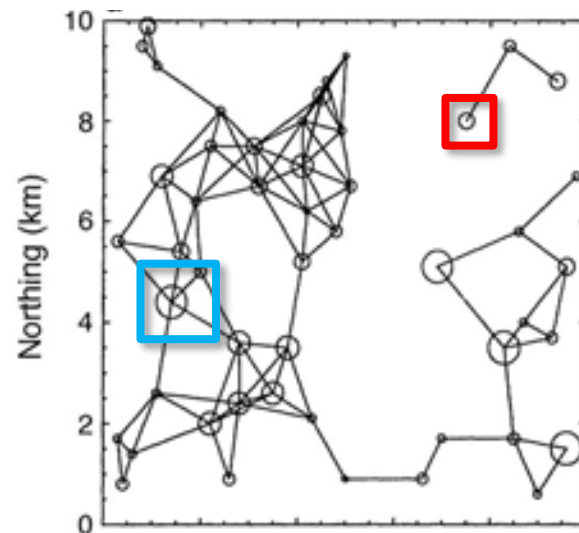
多くの湖沼と直接・間接的に連結する

② 「湖沼の大きさ」

面積が大きい

程高い*dIIC*を示す.

模式図：生息地ネットワーク



$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_L^2}$$

$$dIIC_k (\%) = \frac{IIC - IIC(\text{remove } k)}{IIC} \times 100$$

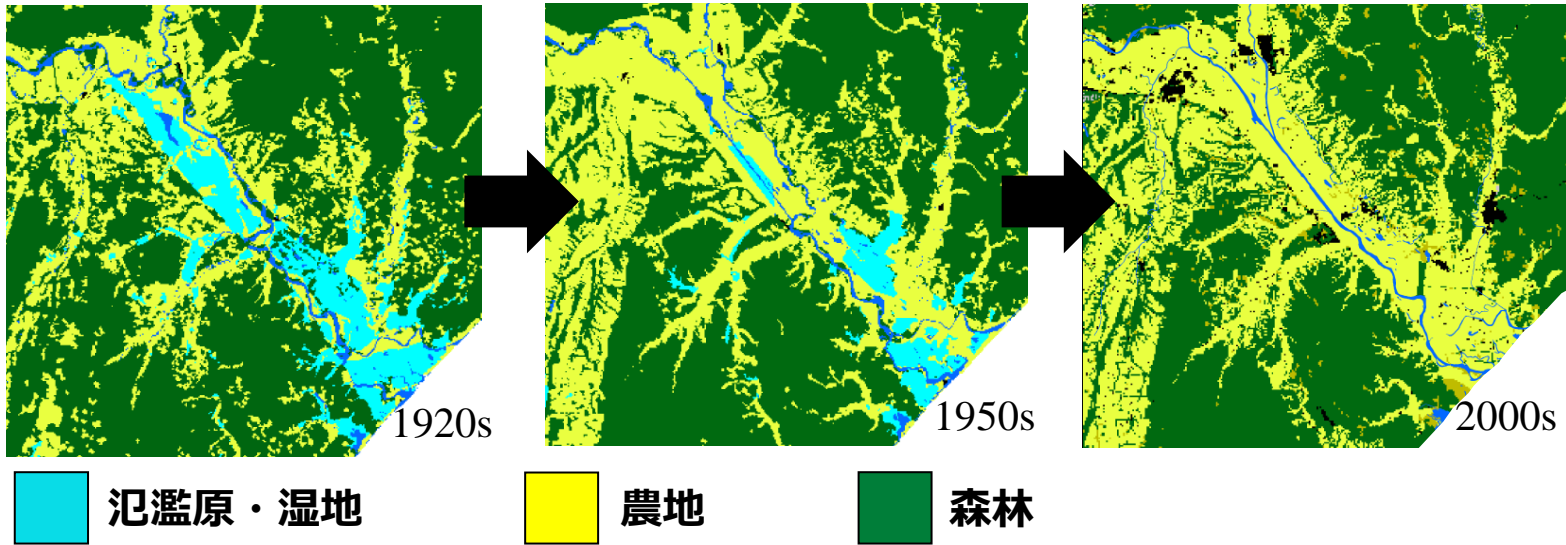
a_i : 湖沼面積

nl_{ij} : 湖沼 i と湖沼 j 間の経路の最小リンク数 (最短到達距離)

A_L : 対象地域の湖沼合計面積

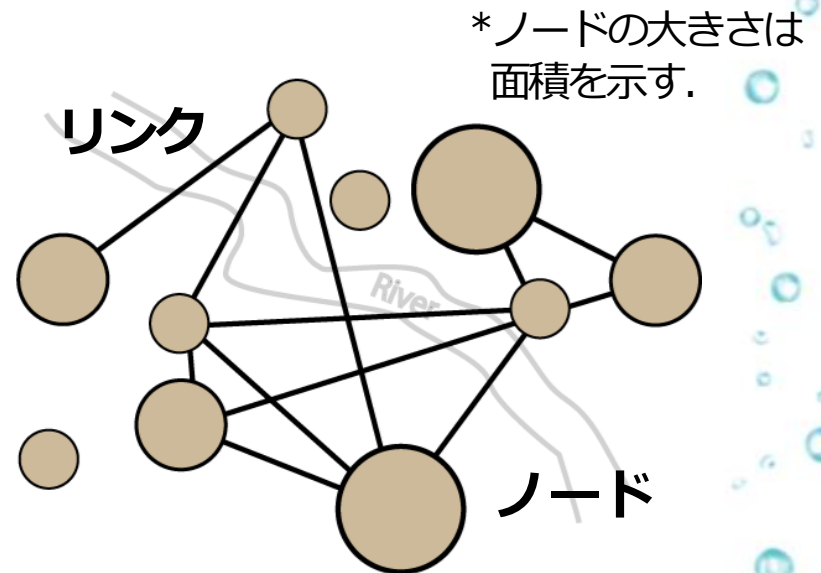
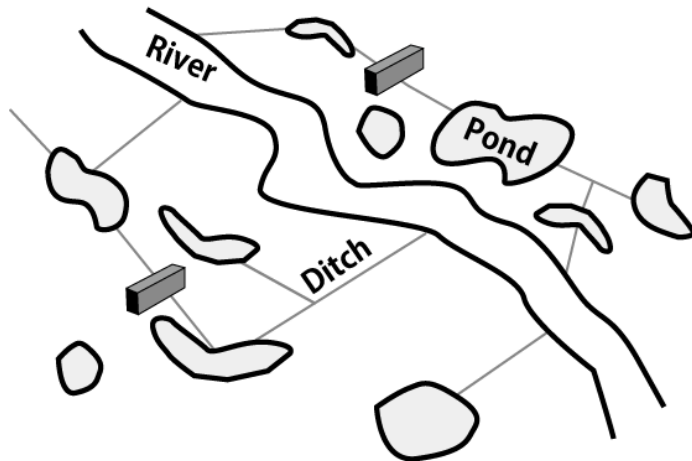
氾濫原の縮小（＝横断方向の連結性低下）

北海道・十勝川

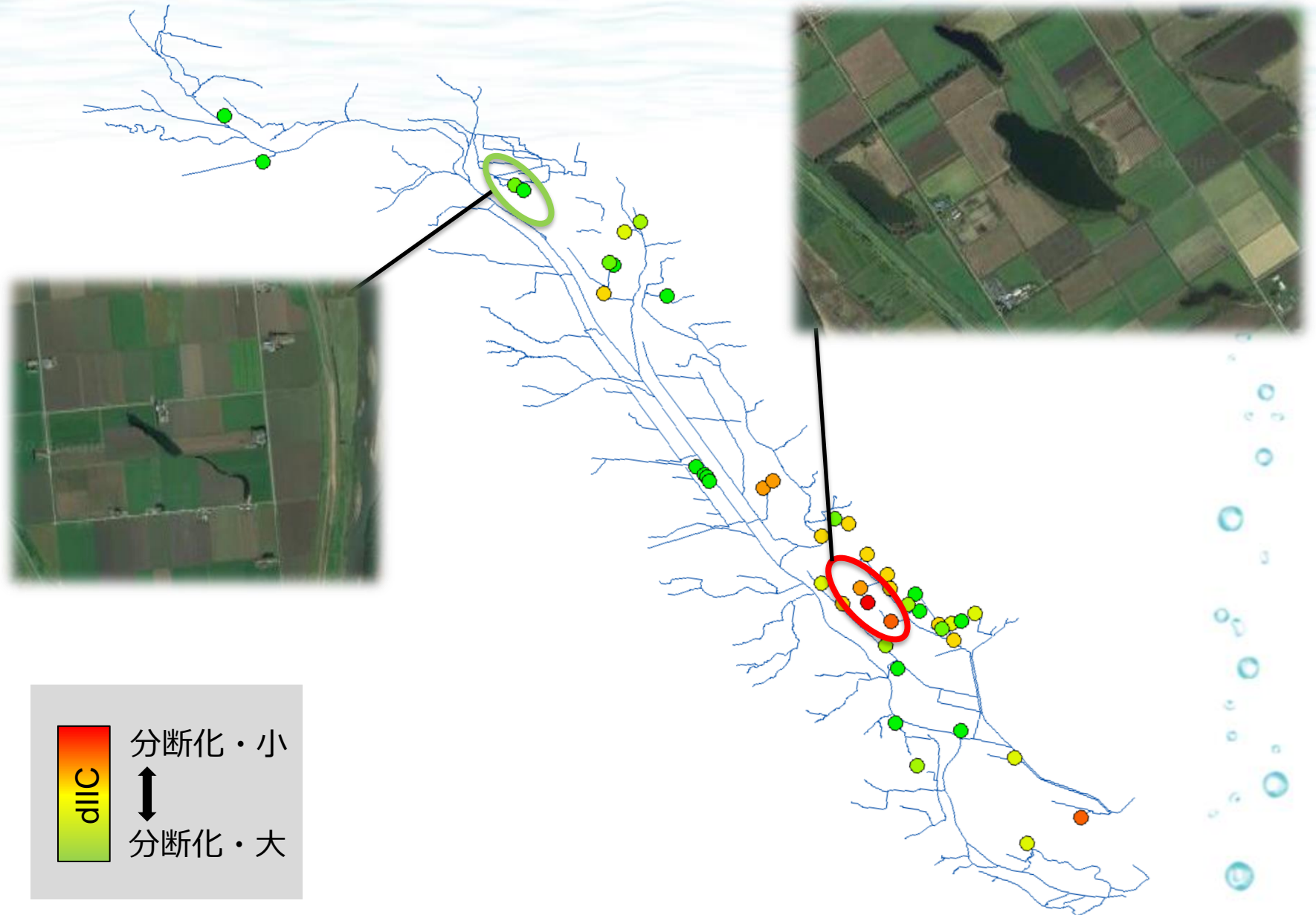


湖沼ネットワーク

- ・ グラフ理論に基づく景観の簡略化
- ・ ノード = 残存湖沼
リンク = 水路・改修河川



湖沼の分断化度：十勝川



dIIC

分断化・小

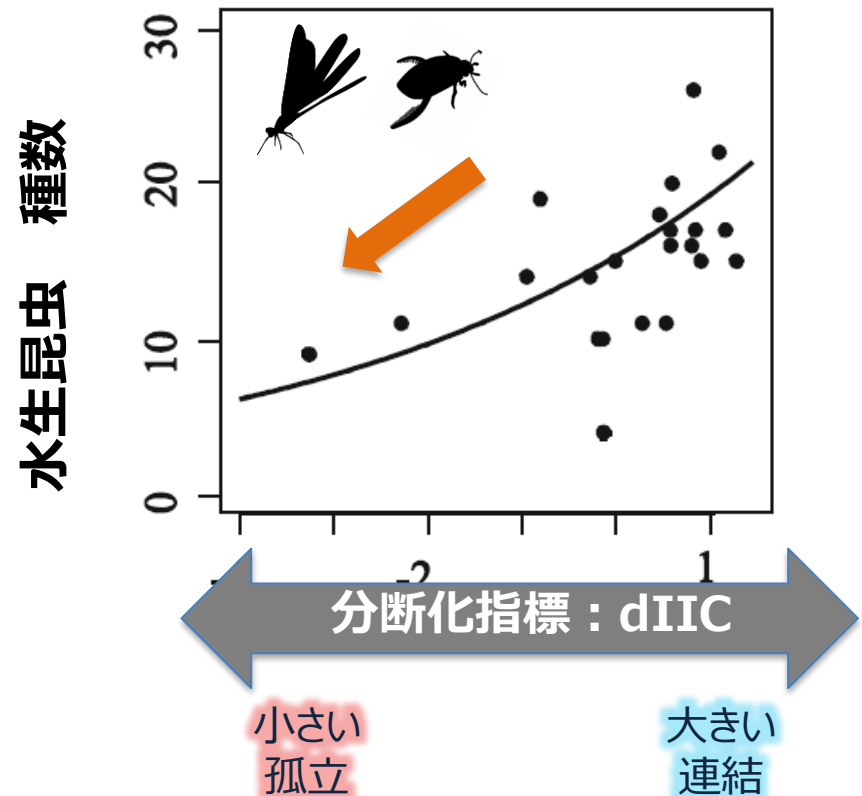
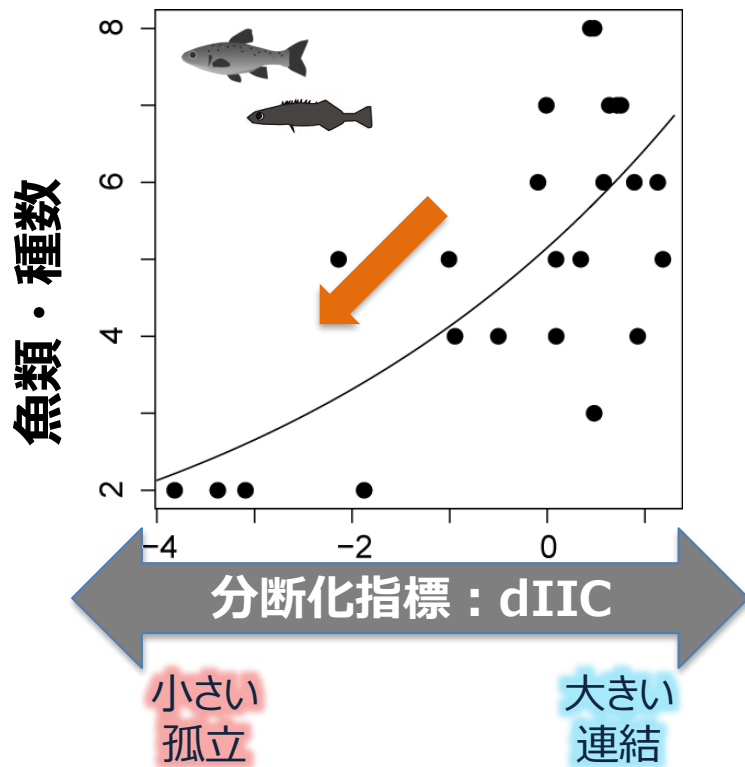


分断化・大

湖沼の分断化度と生物多様性

Ishiyama et al. (2014)
Aquatic Sciences

分断化している湖沼ほど、生物の種数が低下.



遊水地造成：生息地ネットワーク（横断）の強化



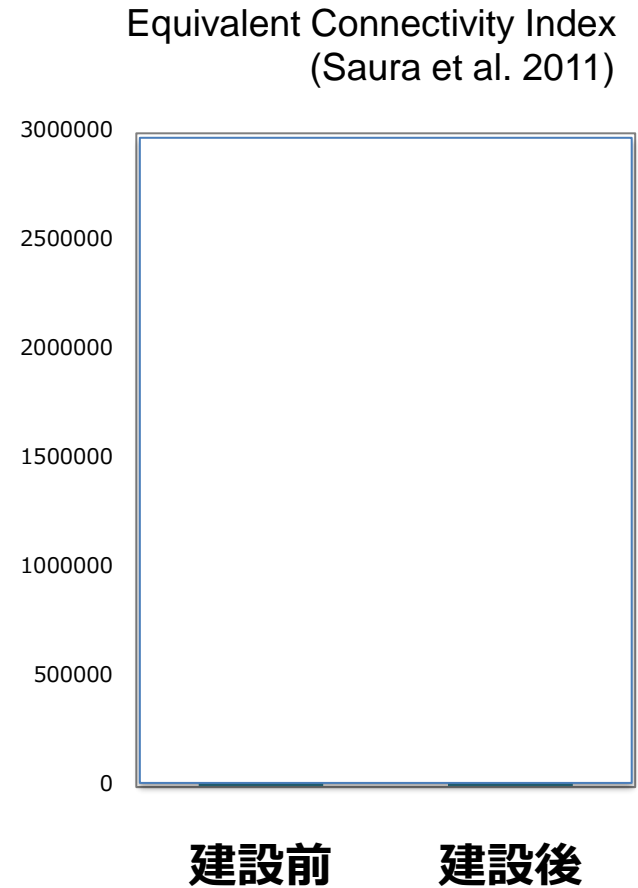
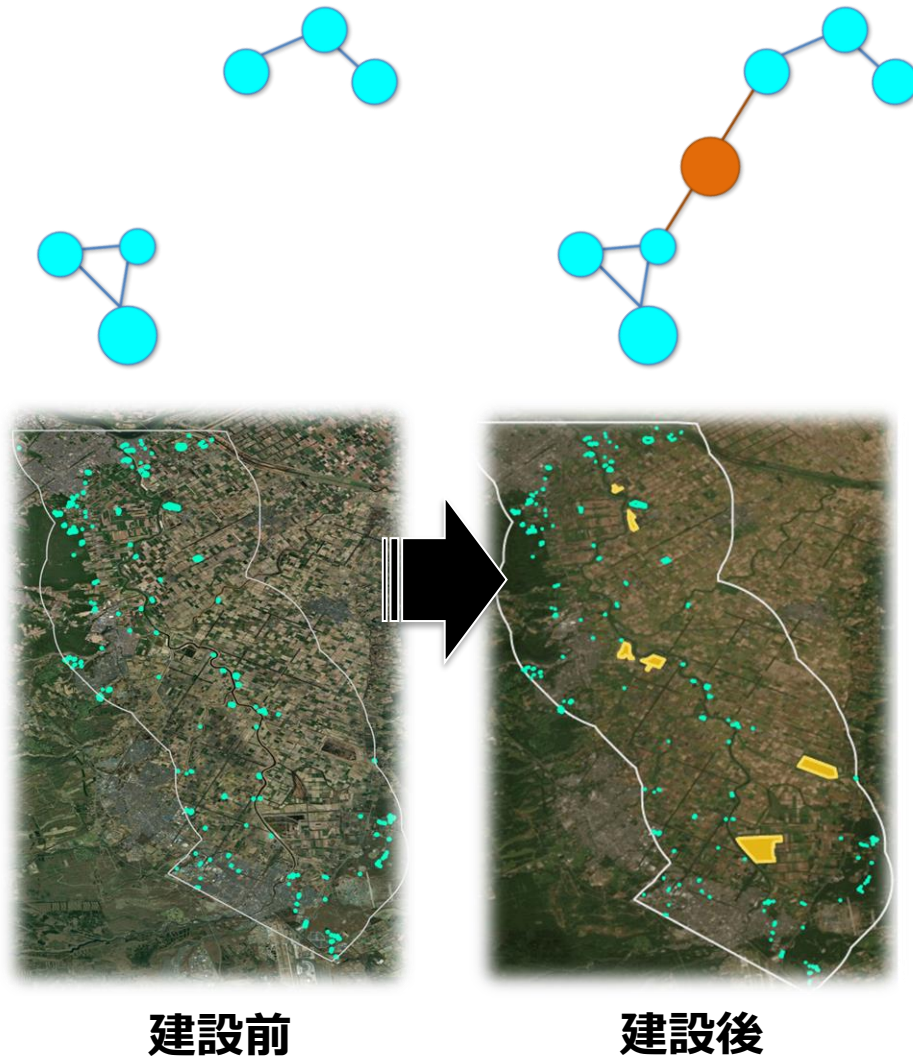
千歳川遊水地群

総洪水調節容量：約5千万m³
面積：150～280ha, 計1150 ha

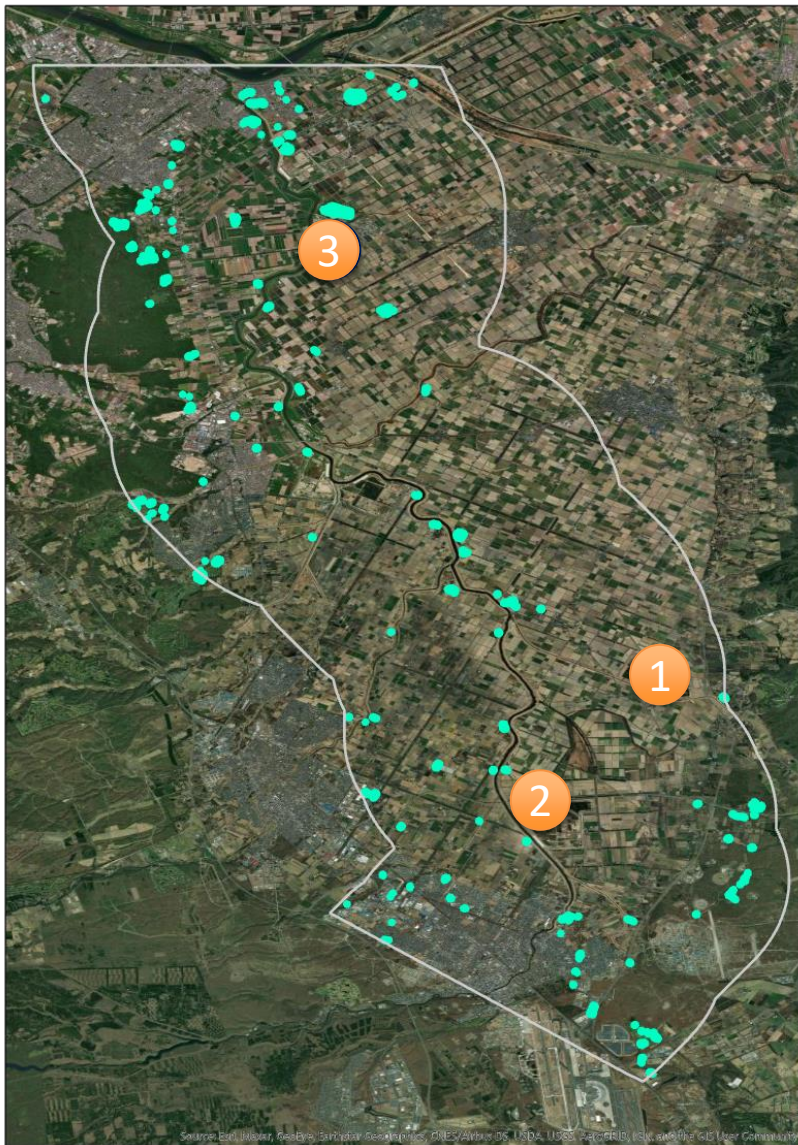
令和2年 全遊水地 整備完了



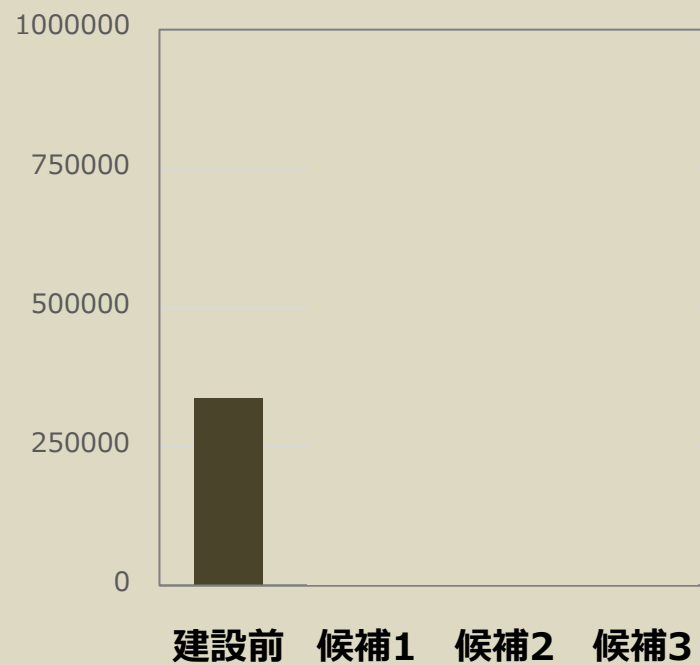
地域スケールでのネットワーク強度の向上



再生箇所の選定：どこでの再生が効果的？



湖沼ネットワーク向上度



Equivalent Connectivity Indexを算出 (Saura et al. 2011)

お伝えしたいこと

1. はじめに

- ・ 河川での“連結性”の種類 (p.58)
- ・ 再生方法のタイプ

2. 連結性再生での課題

- ・ 優先順位付け (p.15)
- ・ 長期的な事業評価 (p.16)

3. 気候変動下での課題

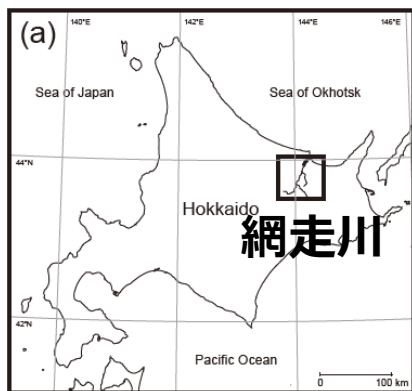
- ・ Climate-change refugiaの考慮

事例研究 CASE STUDY

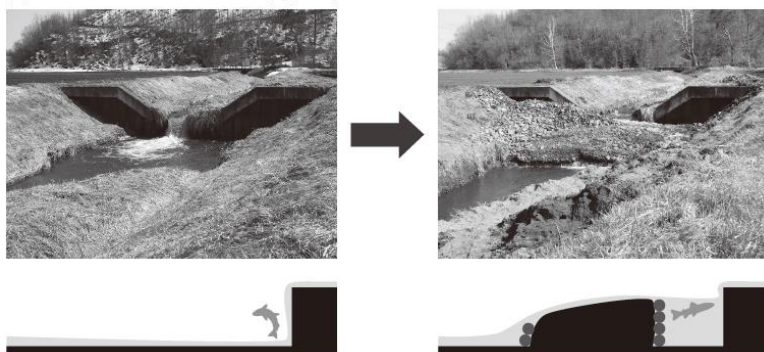
複数の手作り魚道はサケ科魚類の生息場所の回復に寄与したのか？

町田 善康^{1),6)*}・山本 敦也^{2),6)}・秋山 吉寛³⁾・野本 和宏⁴⁾・金岩 稔²⁾・
神保 貴彦^{5),6)}・岩瀬 晴夫⁵⁾・橋本 光三⁶⁾

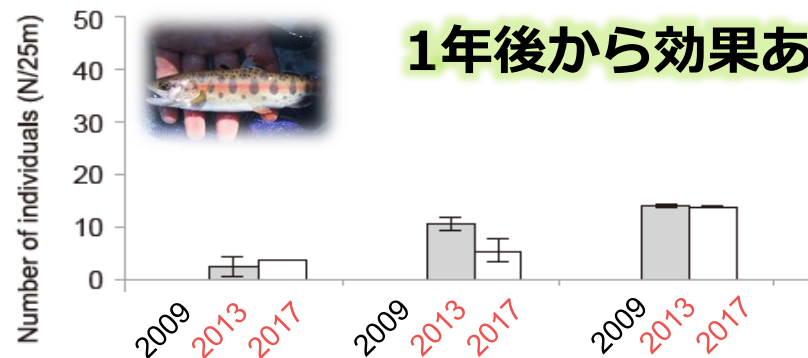
町田ら(2019)用生態工学
から抜粋.



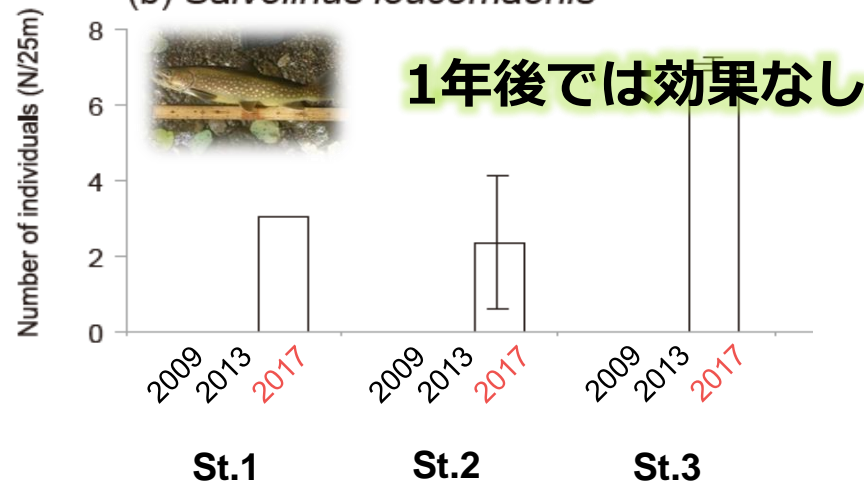
設置年：2011～2012年



(a) *Oncorhynchus masou masou*



(b) *Salvelinus leucomaenis*



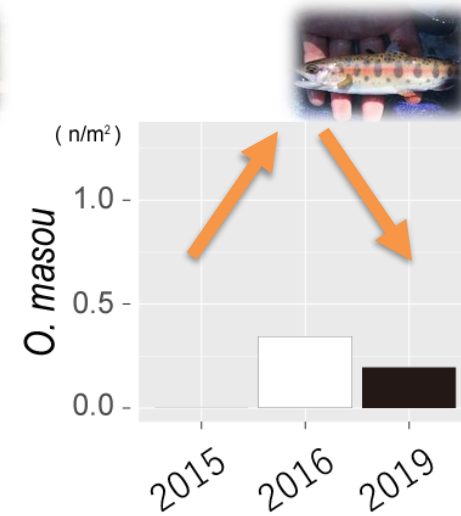
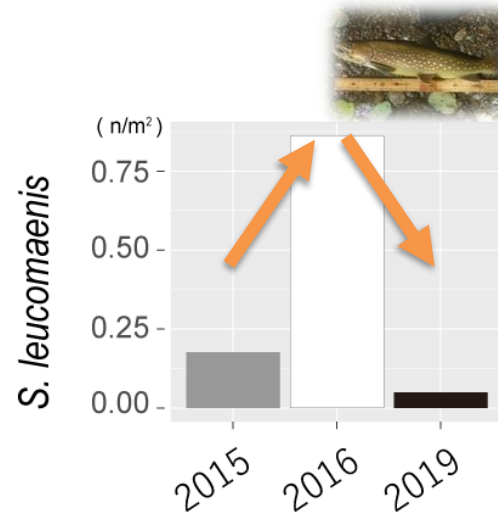
事例研究 CASE STUDY

北海道の溪流魚を対象とした治山ダムの改良効果の検証：
長期モニタリングによる検証と環境 DNA の活用可能性

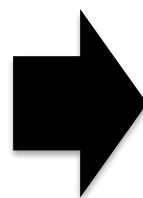
速水 将人^{1)†}・石山 信雄^{1)†}・水本 寛基²⁾・神戸 崇³⁾・下田 和孝⁴⁾・三坂 尚行⁵⁾・
卜部 浩一⁴⁾・長坂 晶子¹⁾・長坂 有¹⁾・小野 理⁶⁾・荒木 仁志³⁾・中嶋 信美⁷⁾・
福島 路生⁷⁾

速水ら(2012)用生態工学
から抜粋.

4年後に
効果が低下



- ・種による応答の違い
- ・再生効果の低下
- ・環境変動の生物への影響
etc

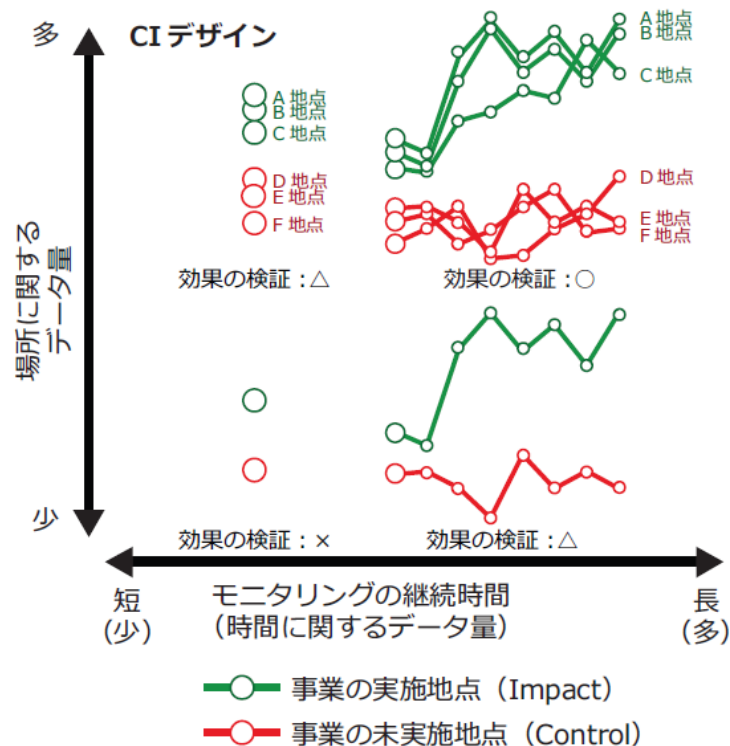


長期的な評価 × BACIデザイン



大河川における多自然川づくり
— Q & A 形式で理解を深める —

平成31年3月
国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課
(令和2年3月一部改訂)



お伝えしたいこと

1. はじめに

- ・ 河川での“連結性”の種類 (p.58)
- ・ 再生方法のタイプ

2. 連結性再生での課題

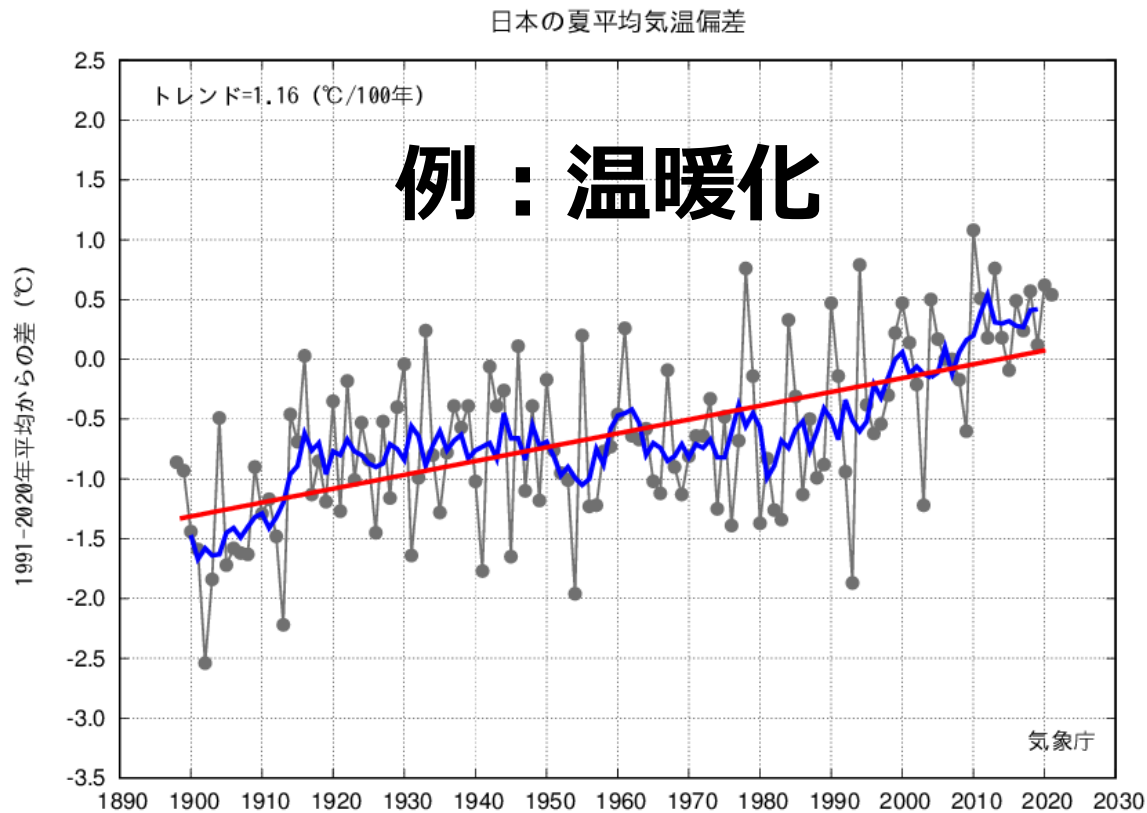
- ・ 優先順位付け (p.15)
- ・ 長期的な事業評価 (p.16)

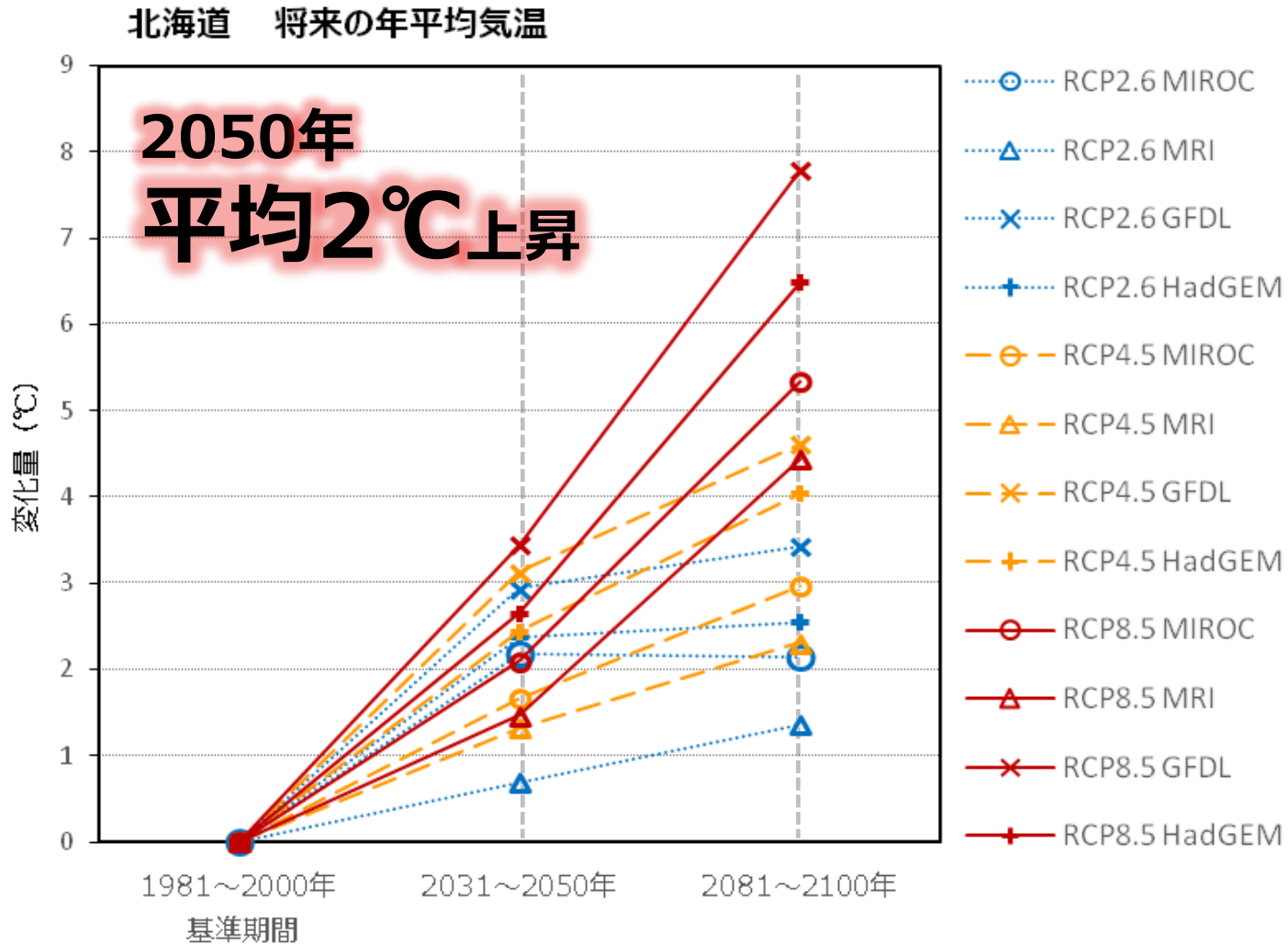
3. 気候変動下での課題

- ・ **Climate-change refugiaの考慮**

気候変動下での生態系ネットワーク管理

流域内で持続的な生息適地はどこ？



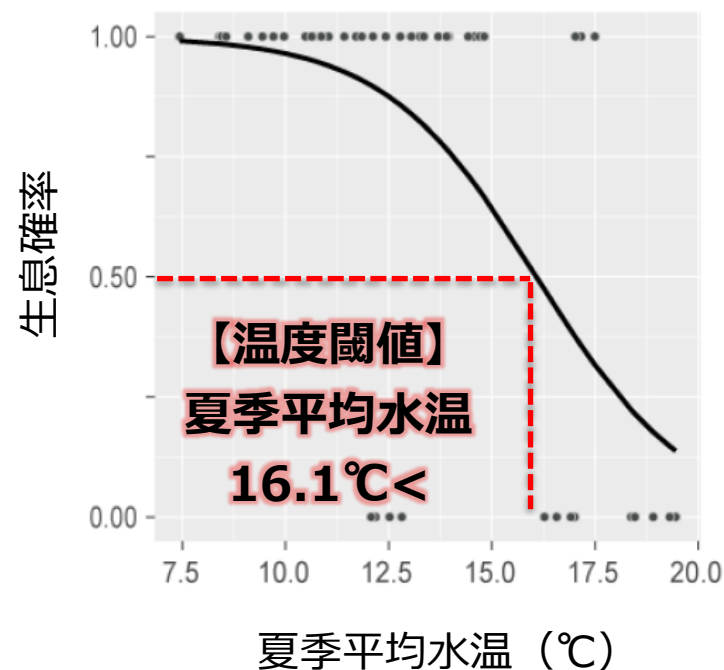
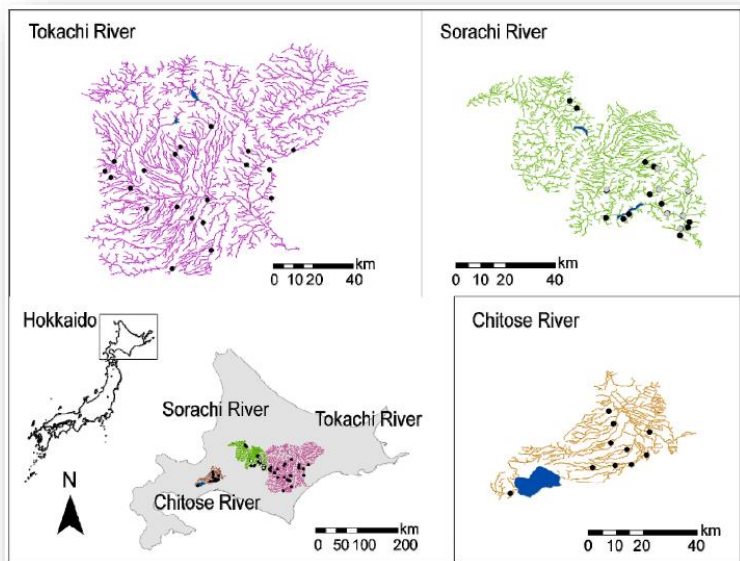


「[環境省環境研究総合推進費S-8温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究\(2010~2014\)](#)」
 における影響評価の研究成果(S8データ)

Article

Combined Effects of Summer Water Temperature and Current Velocity on the Distribution of a Cold-Water-Adapted Sculpin (*Cottus nozawae*)

Kaiji Suzuki¹, Nobuo Ishiyama^{2,*}, Itsuro Koizumi³ and Futoshi Nakamura¹



Suzuki et al. (2021) Water

地質に関連したClimate-change refugia



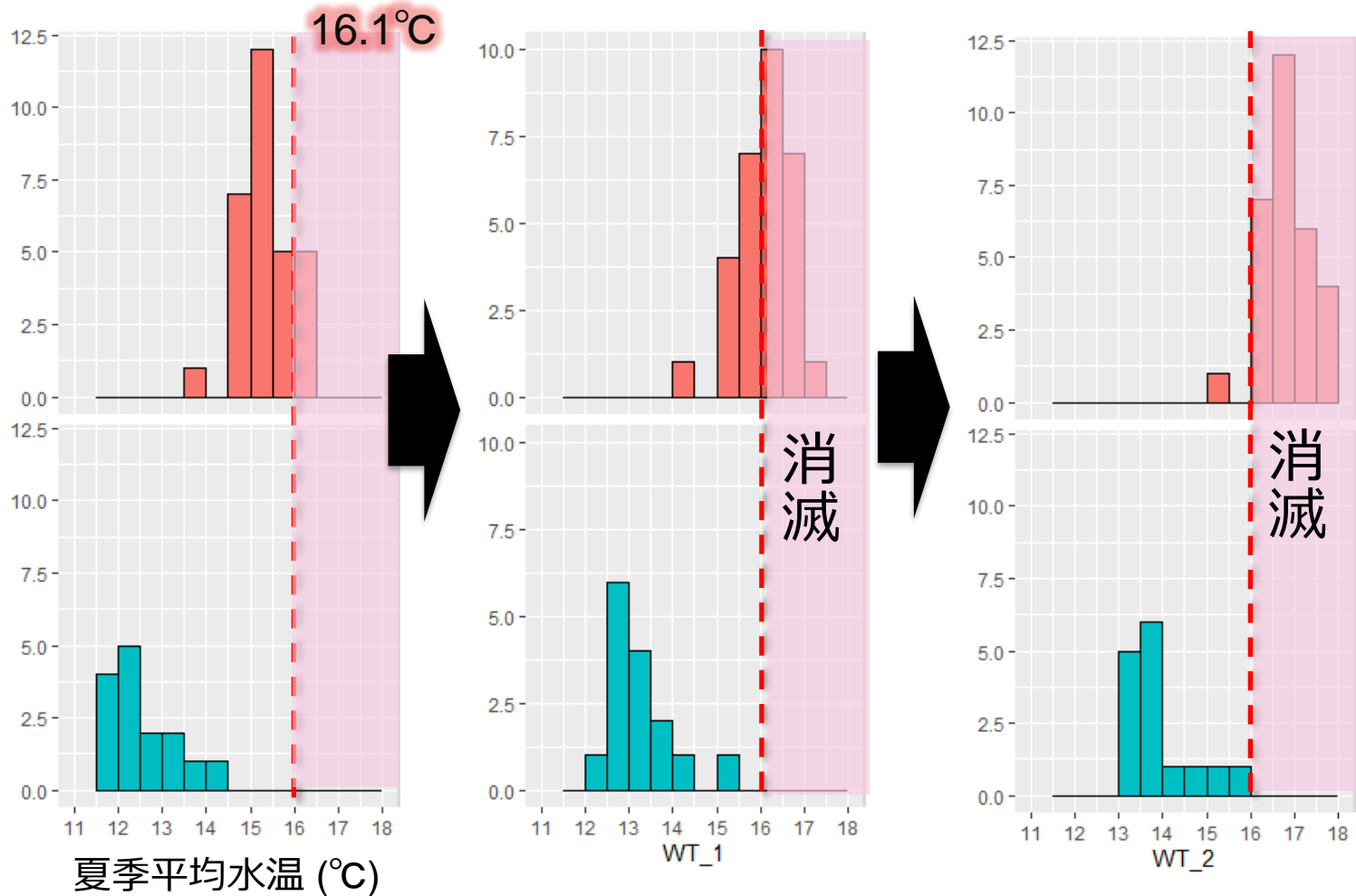
現在

+1°C

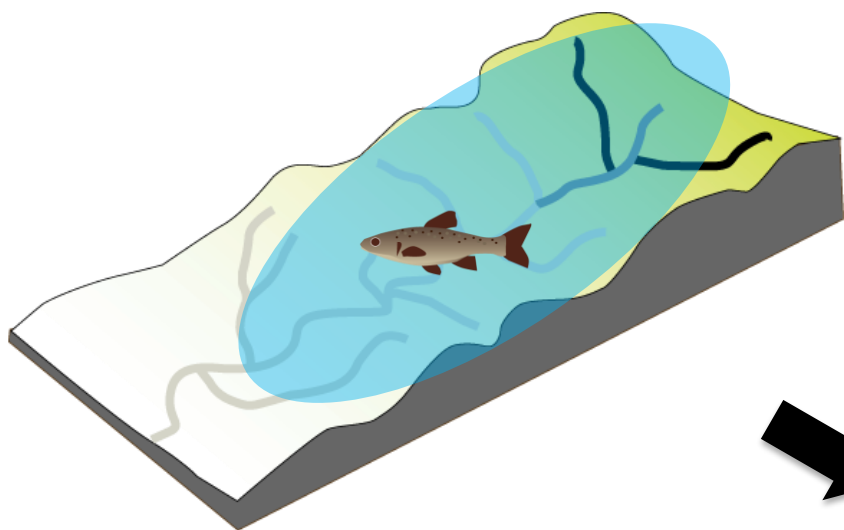
+2°C

その他

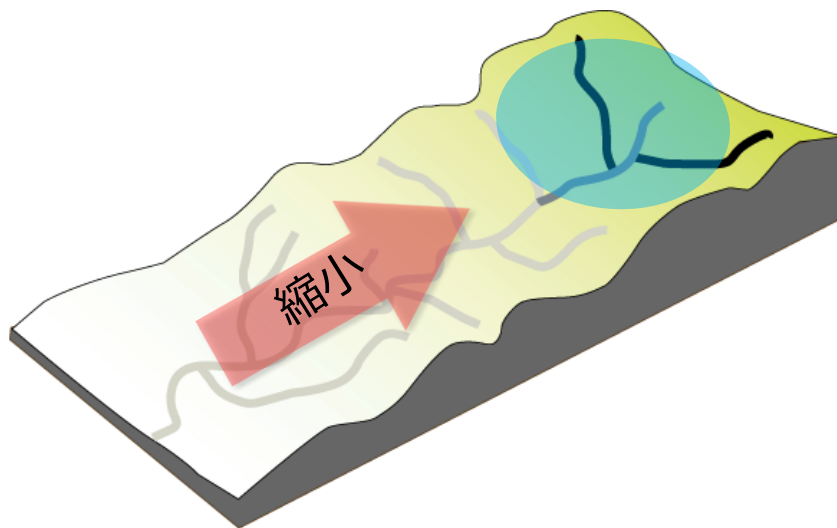
地質A



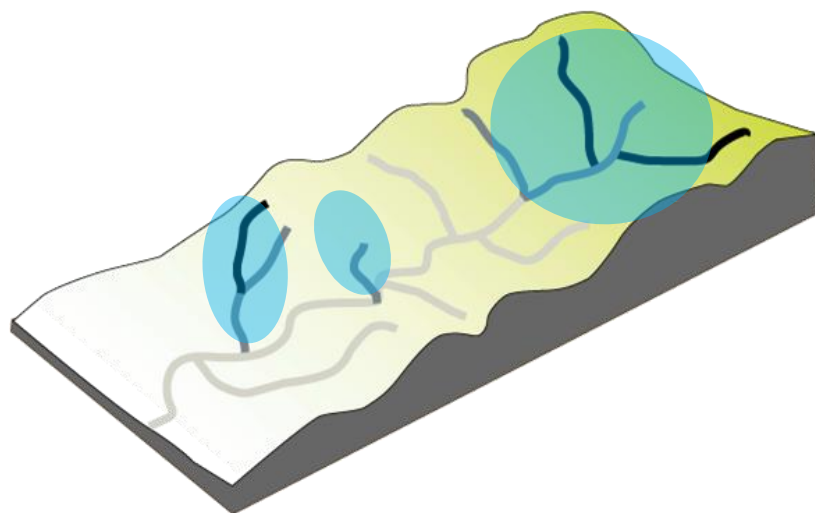
【現在の生息適地】



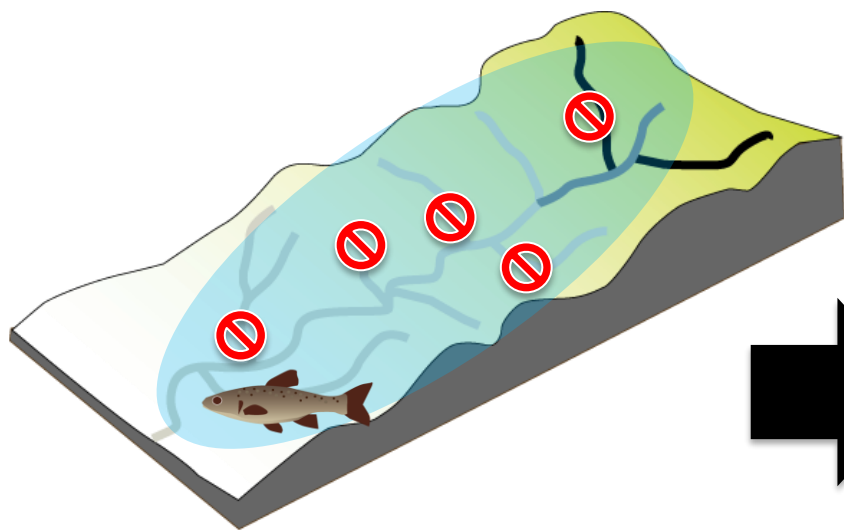
【従来の予測：上流域に縮小】



【Climate-change refugiaを考慮】

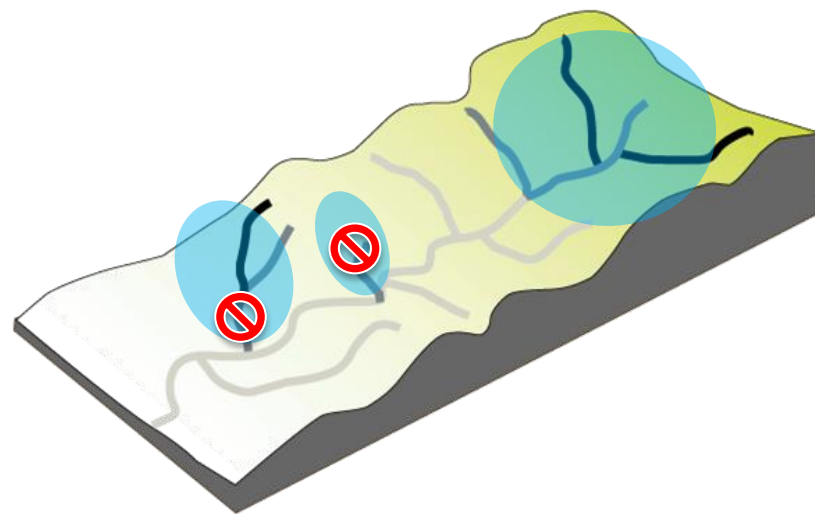


【現在の生息適地】



【将来の生息適地】

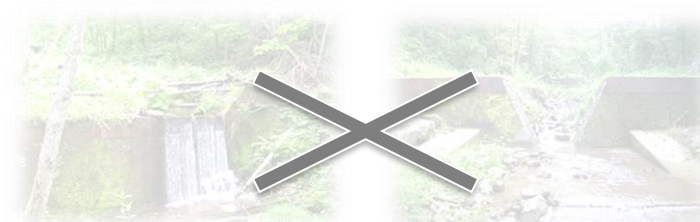
生息地適地の持続性を考慮しないと...



連結性の再生



持続的な再生の失敗

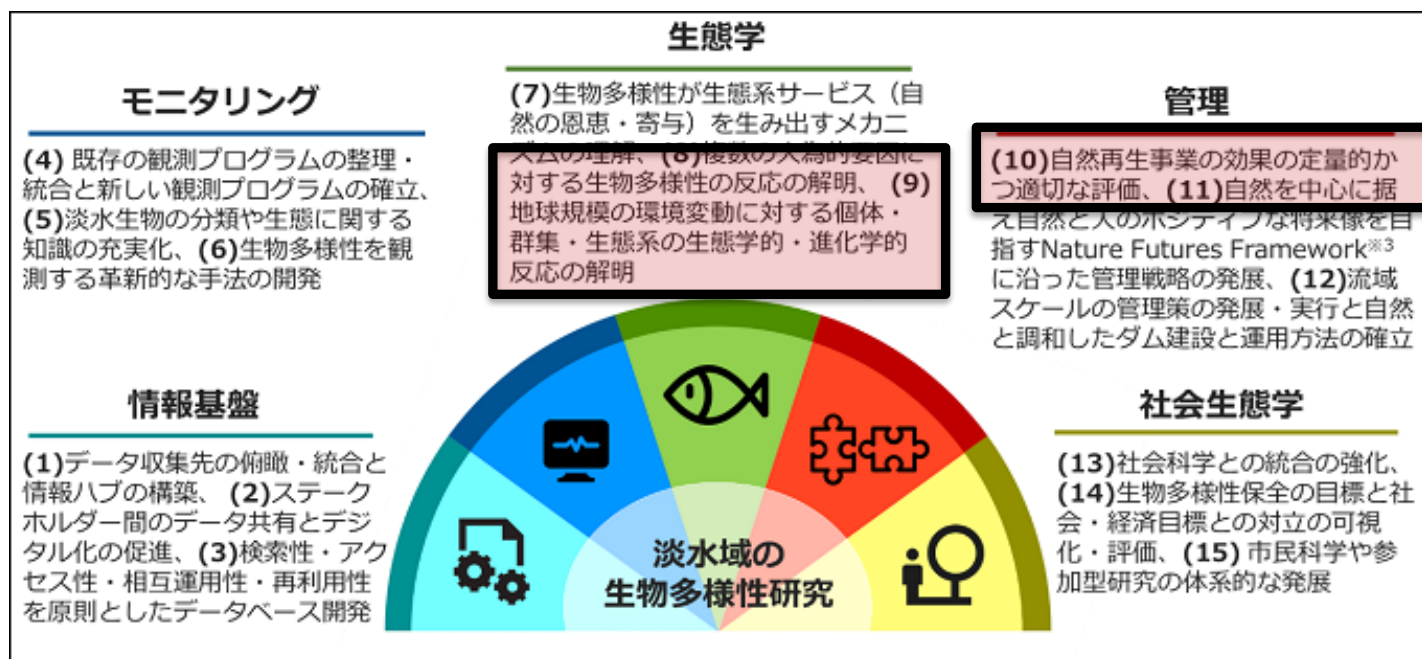


淡水域の生物多様性減少を救う15の優先課題

A global agenda for advancing freshwater biodiversity research

(9) 地球規模の環境変動に対する生態系の反応の解明

(10) 自然再生事業の効果の定量的かつ適切な評価



持続的なネットワーク再生へ向けて

① 適切な再生箇所を選定

- ・ ネットワーク指標等の活用が可能.
- ・ 気候変動の河川生態系への影響予測も重要.

② 適切な事業評価の実施