

平成27年度～29年度 課題番号4-1505

累積予算額 95,136千円



ハビタットロスの過程に着目 した生態系減災機能評価と包 括的便益評価手法の開発

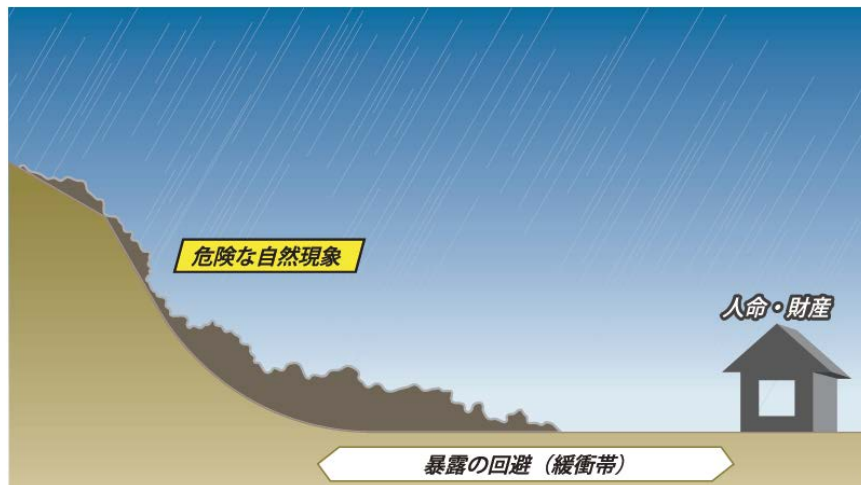
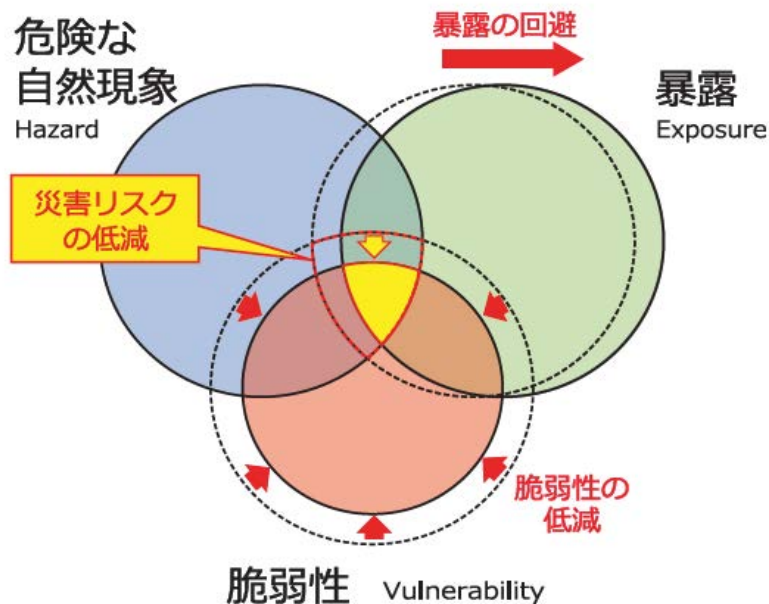
慶應義塾大学 一ノ瀬友博（研究代表者・サブ1リーダー）

古谷知之（サブ2リーダー）・小林光・清木康・巖網林・大木聖子

東京大学 吉田丈人（サブ3リーダー）

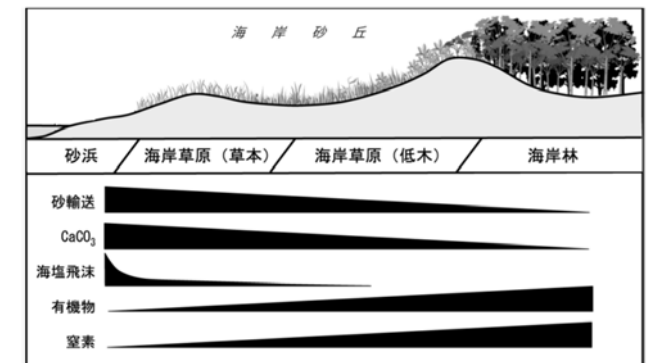
生態系を基盤とした防災・減災(Eco-DRR)の必要性

災害リスク=危険な自然現象
×暴露×脆弱性



環境省「自然と人がよりそって災害に対応するという考え方」より

- ・ 災害リスクは、危険な自然現象（ハザード）と暴露、脆弱性によって決定
- ・ 生態系減災(Eco-DRR)は、生態系の機能を活かし、災害リスクを低減
- ・ 災害への暴露を回避（危険な場所を利用しない）、社会の脆弱性を低減（生態系の保全・管理）することによりリスク低減が可能
- ・ 本研究では、特に暴露の回避に着目



松島(2014)より

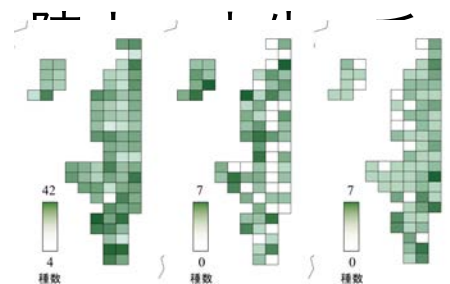
- ・ Eco-DRRの事例—石狩海岸の海岸砂丘と植生
- ・ 2列の砂丘が自然の堤防として機能し、津波や高波からも防御し、自然のプロセスで自律的に維持

研究の構成

自然生態系が有する防災・減災機能の評価手法の開発及びその活用手法の提案

都市的土地利用	0.589637	1.017234	3.670458	4.673077
農地	3.531586	3.738699	1.961881	1.133797
被害額 (千万円)	1913年	1952年	1981年	2011年
住宅①	8532.05	14719.38	53111.52	67619.42
住宅①'	2414.57	4459.97	16199.01	21570.6
住宅②	120.87	208.53	752.43	957.9574
二次・三次産業	1432.82	2471.88	8919.21	11355.58
農業	20.52	21.72	11.40	6.587359
経済被害合計	1453.34	2493.60	8930.61	11362.11

被害額算定原単位



ハビタットロス・ゲイン
の評価手法開発

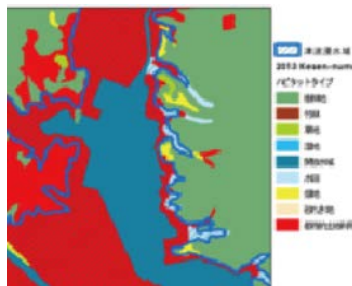
サブテーマ1

生物多様性指標情報

福井県と三方五湖における
評価とシナリオ分析

サブテーマ3

ハビタットタイプの分類

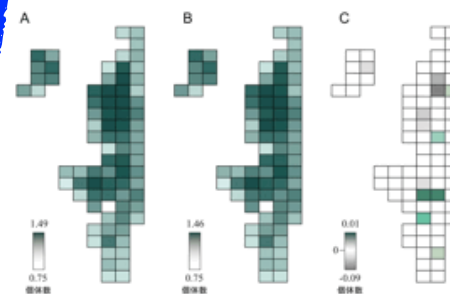


ロスとゲイン
の地図情報整備・提供



三方五湖の地図
情報整備・提供

シナリオの提供

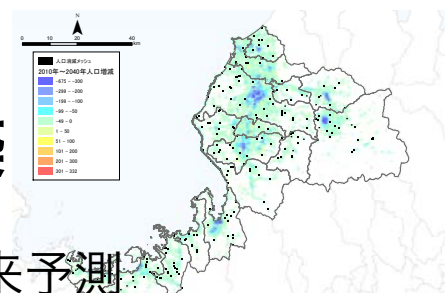


サブテーマ2

生態系インフラ環境情報システム構築

旧版地図のデータベース

人口減少将来予測



ハビタットロス・ゲインによる防災・減災機能評価

被災した国内10地域、ハビタットゲインに相当する国内外4地域を選定し、現存植生図、地形図等から過去のハビタットタイプ地図を復元



ハビタットロス・ゲインを抽出し、ハビタットタイプごとに集計



被災時の被害額に基づき、ハビタットタイプごとの被害額を算出し、各時期の総被害額を推定

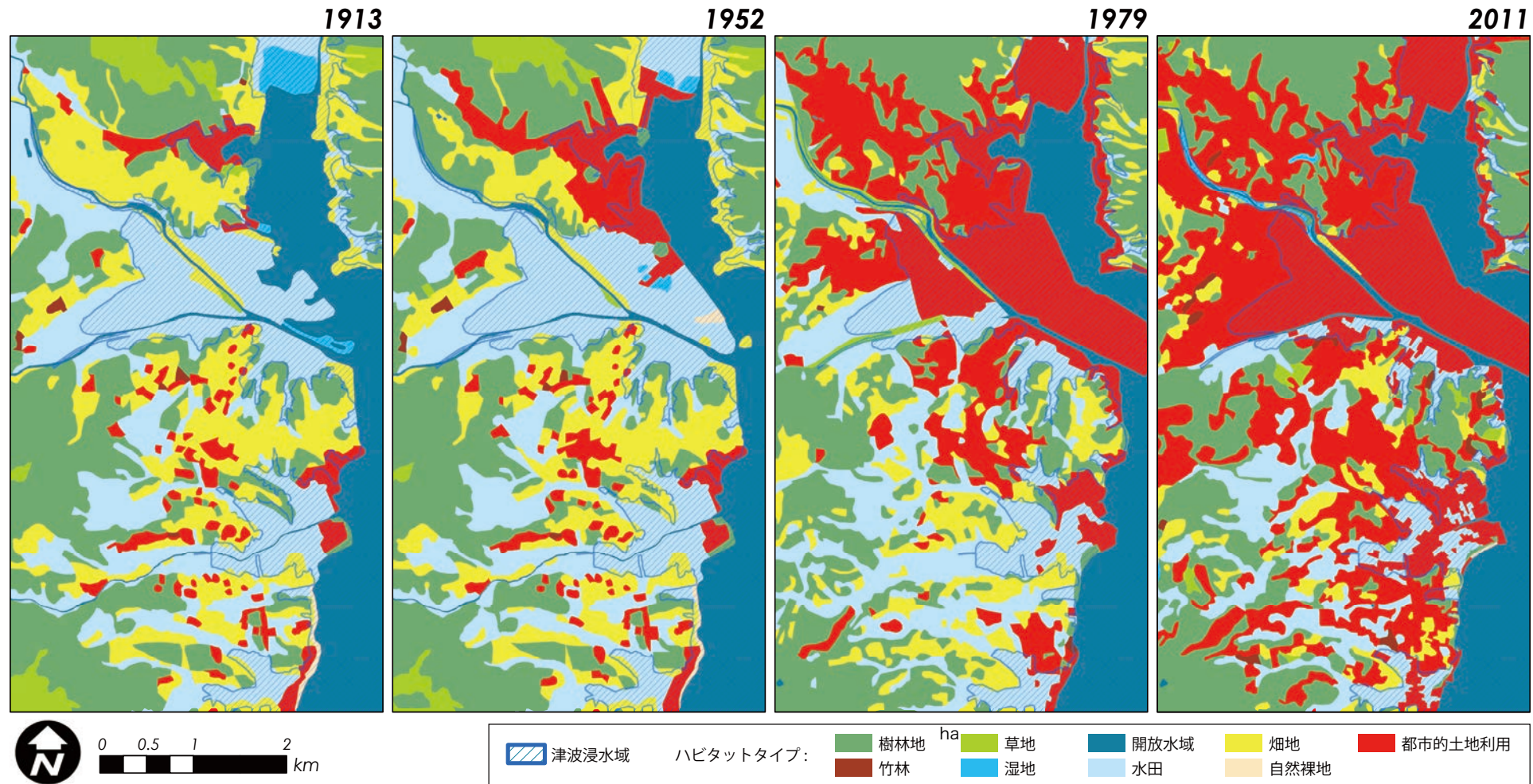


HSI (Habitat Suitability Index)と生物多様性指標を用いて、ハビタットロスとゲインが及ぼした影響を推定



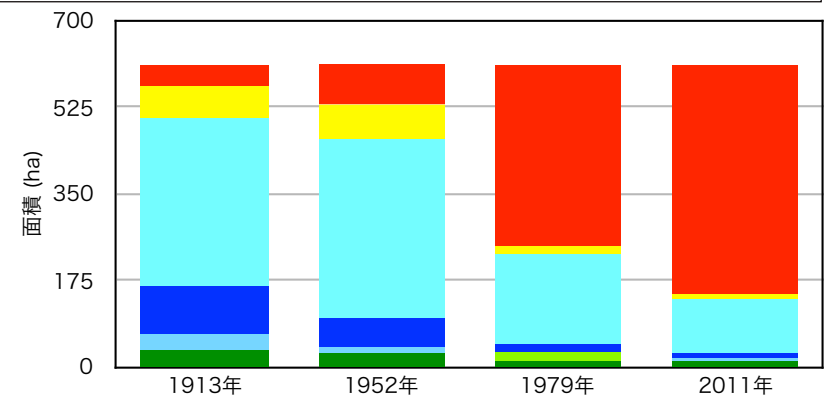
人口減少時代におけるEco-DRR計画のシナリオを設定（+サブ2, 3）
福井県三方五湖地域において2040年を想定したシナリオ分析
コウノトリを対象とした広域的な生息適地推定とハザードとの関係分析

気仙沼市における津波浸水範囲とハビタットロスの過程



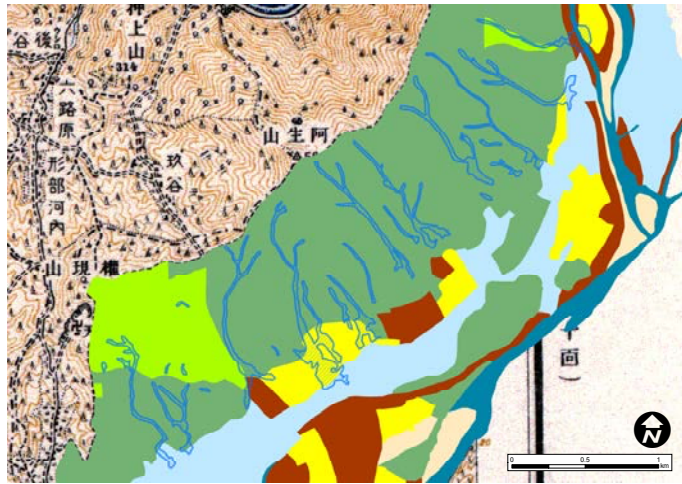
	浸水範囲内被害額推定（年間生産額：億円）			
	1913年	1952年	1979年	2011年
農業	2.34	2.5	1.15	0.69
二次・三次産業	107	195	890	1127
合計	109.34	197.5	891.15	1127.69

被害額は100年で10倍に

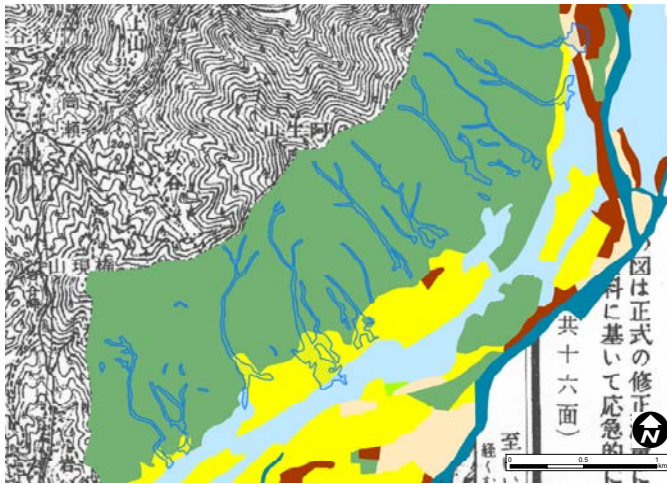


広島市における土砂災害範囲とハビタットロスの過程

1898



1949



1979



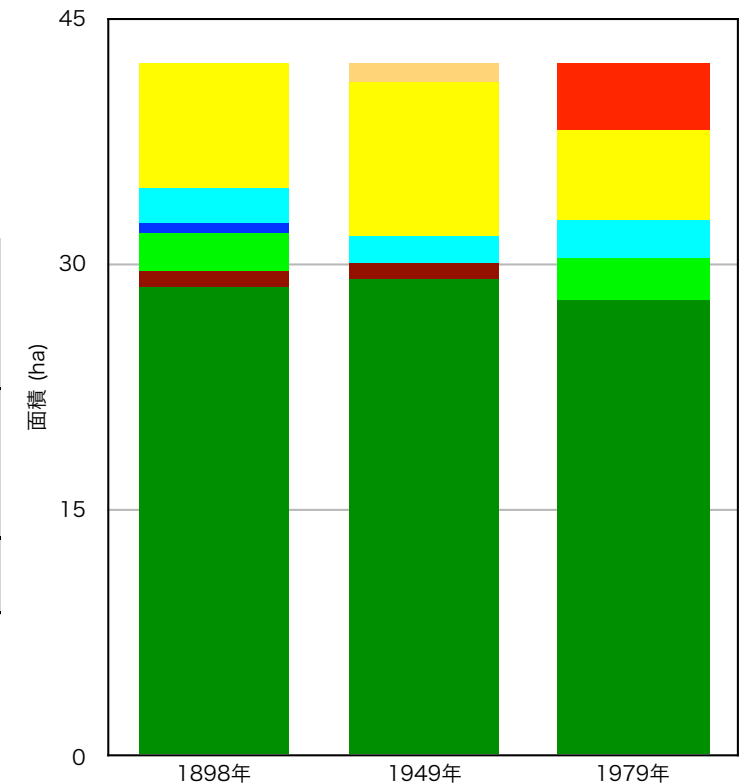
土砂流出範囲

ハビタットタイプ:

樹林地 草地 開放水域 畑地 都市的土地利用
 竹林 湿地 水田 自然裸地

注) 最新の植生図は公開されていない

	土砂災害範囲内被害額推定（年間生産額：億円）		
	1898年	1949年	1979年
農業	0.07	0.08	0.06
一般資産	0.00	0.00	7.43
合計	0.07	0.08	7.49



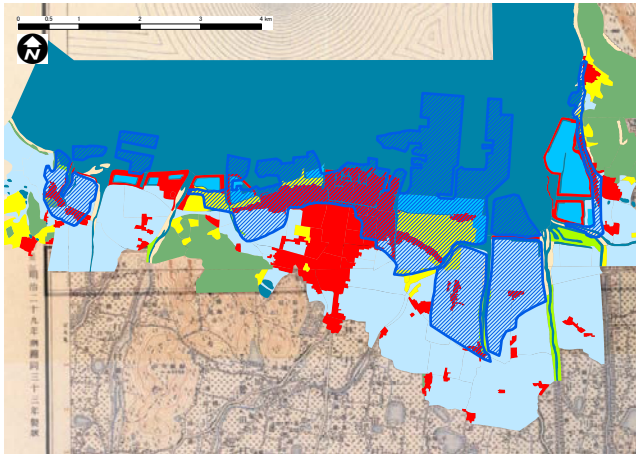
被害額は110年で100倍以上に

2004年8月

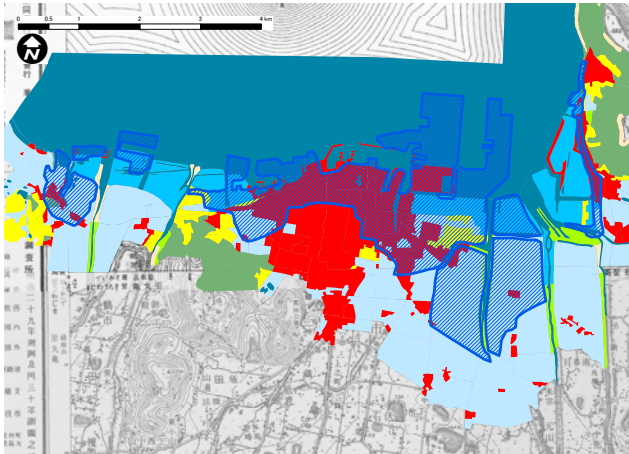
サブテーマ1

高松市における高潮浸水範囲とハビタットの過程

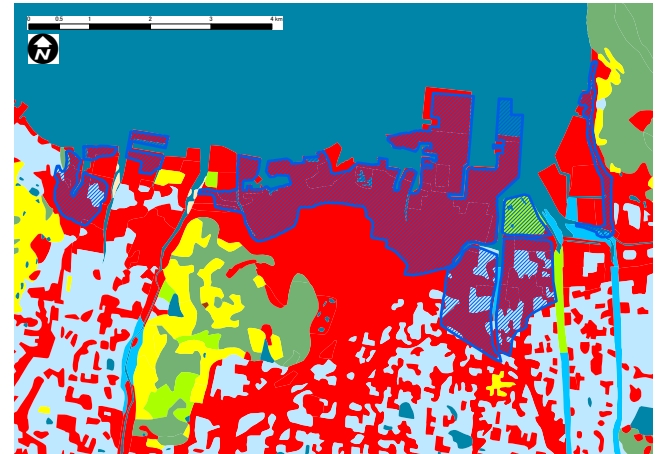
1897



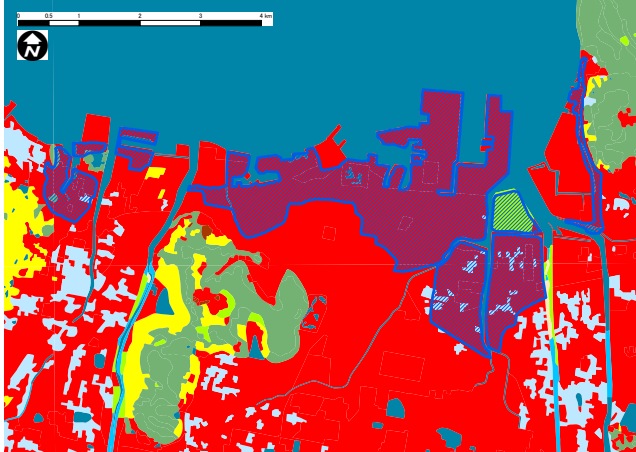
1949



1979

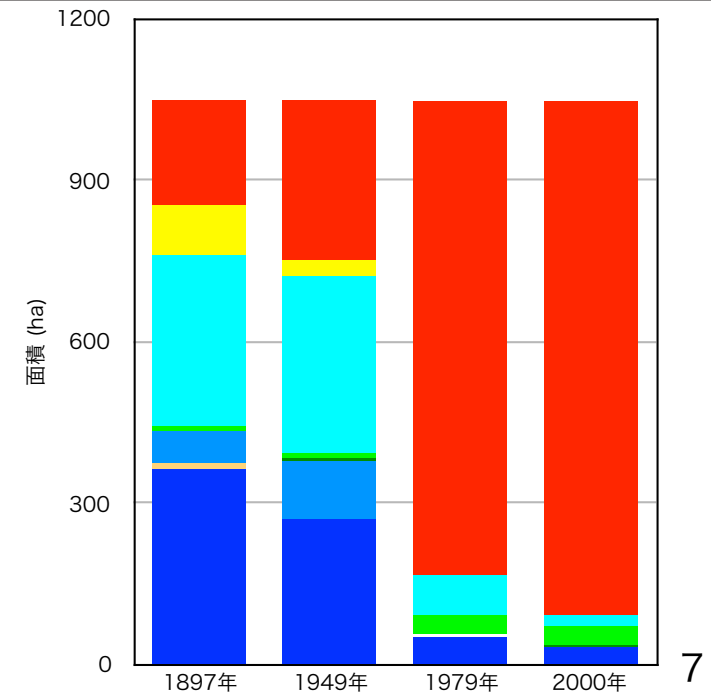


2000



被害額は100年間で5倍に

	浸水範囲内被害額推定（年間生産額：億円）			
	1897年	1949年	1979年	2000年
農業	0.2	0.17	0.04	0.01
一般資産	163.5	251.1	750.1	812.4
合計	163.7	251.27	750.14	812.41

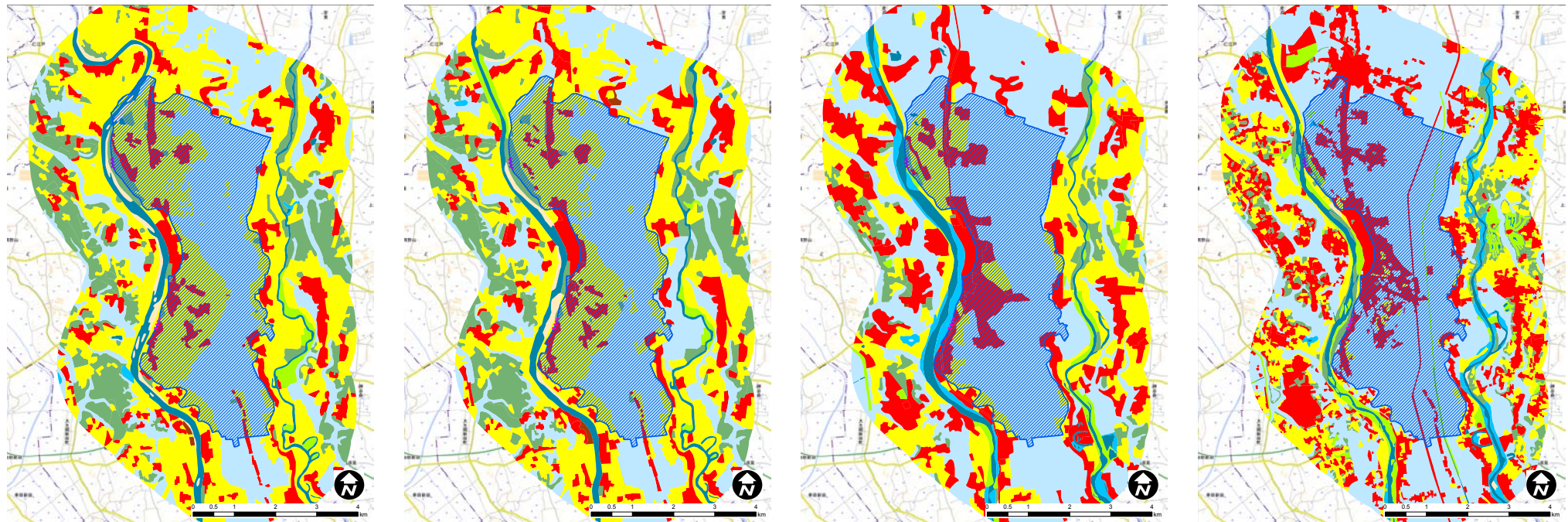


2015年9月

サブテーマ1

常総における洪水浸水範囲とハビタットの過程

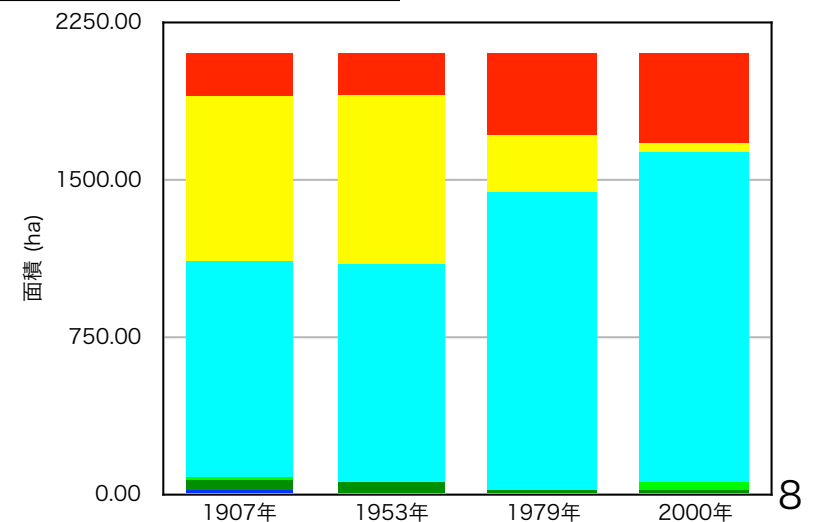
1907 1953 1979 2000-2002



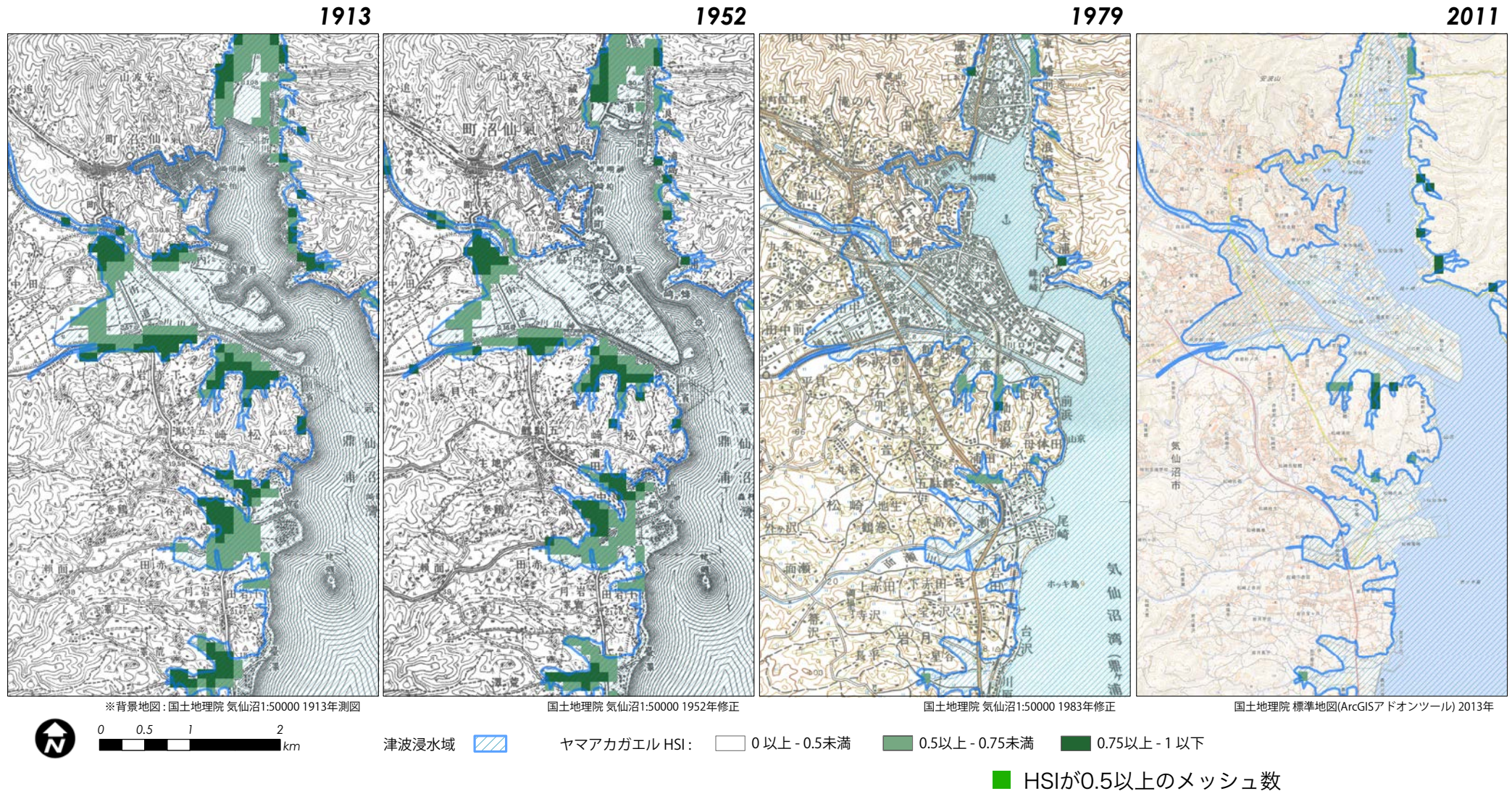
洪水浸水域
ハビタットタイプ：
樹林地
草地
開放水域
畑地
都市的土地利用
竹林
湿地
水田
自然裸地

	浸水範囲内被害額推定（年間生産額：億円）			
	1907年	1953年	1979年	2000年
農業	0.87	0.89	0.81	0.22
一般資産	166.9	171.1	328.3	360.3
合計	167.77	171.99	329.11	360.52

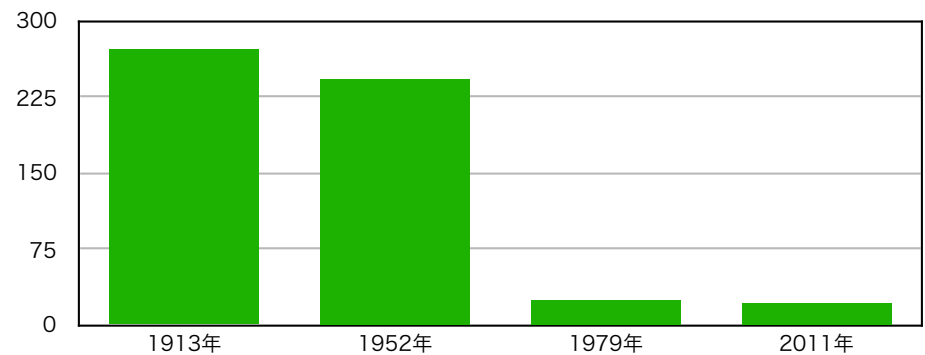
90年間で被害額は2倍



気仙沼市におけるヤマアカガエルのハビタットロス



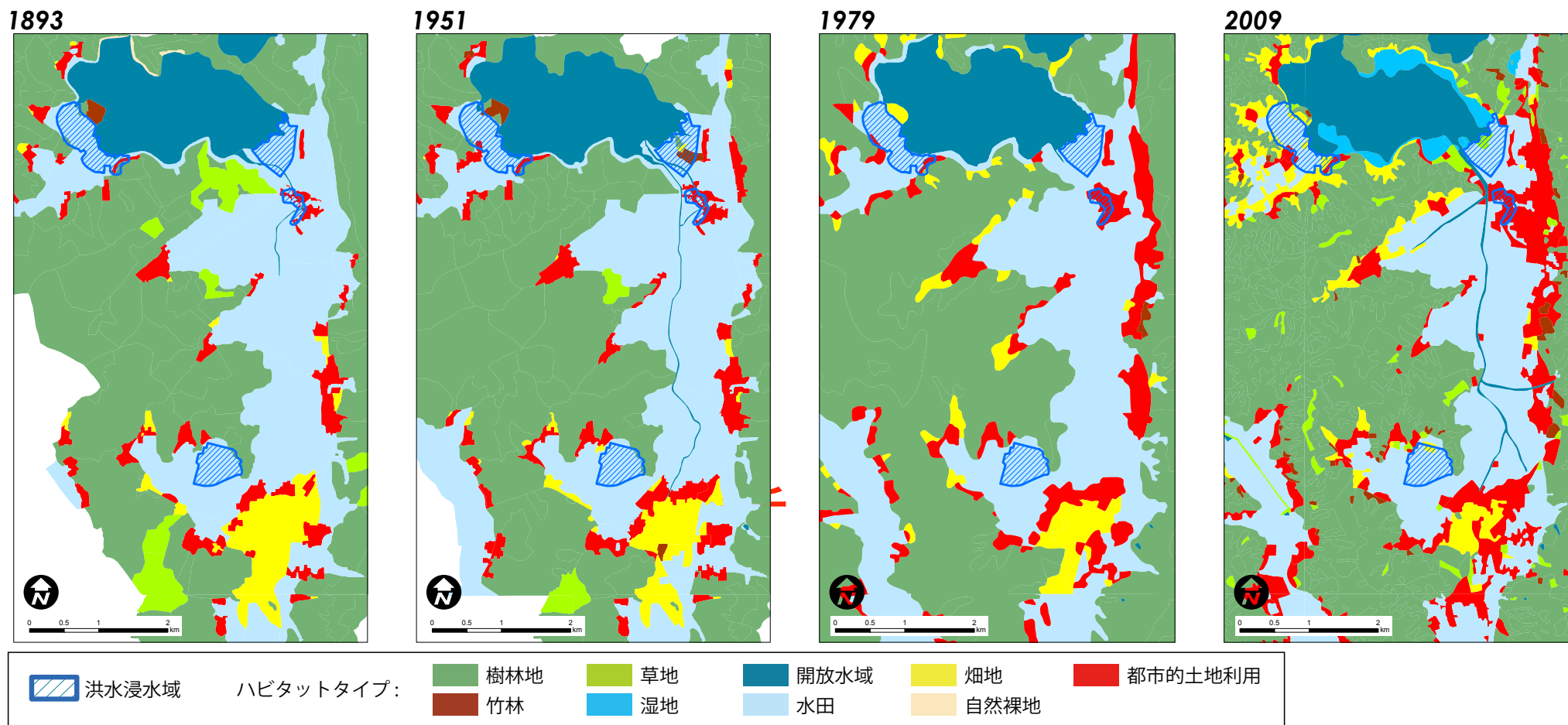
HSIは0から1の値で表され、1に近いほど生息可能性が高まる。低地部や狭小な谷部を中心に、水田とその周囲の樹林地が都市的土地利用に転用されていくにつれて、ヤマアカガエルの生息適地は減少していった。



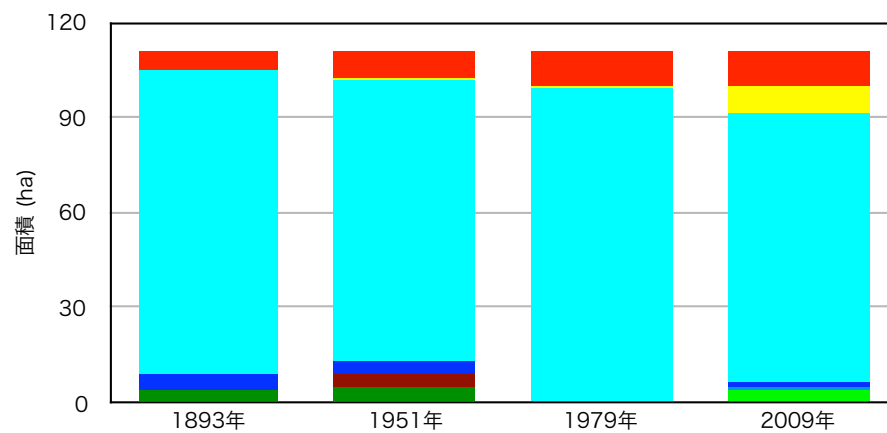
1999年8月および2011年5月

サブテーマ1+2

三方五湖流域における洪水浸水範囲とハビタットの過程



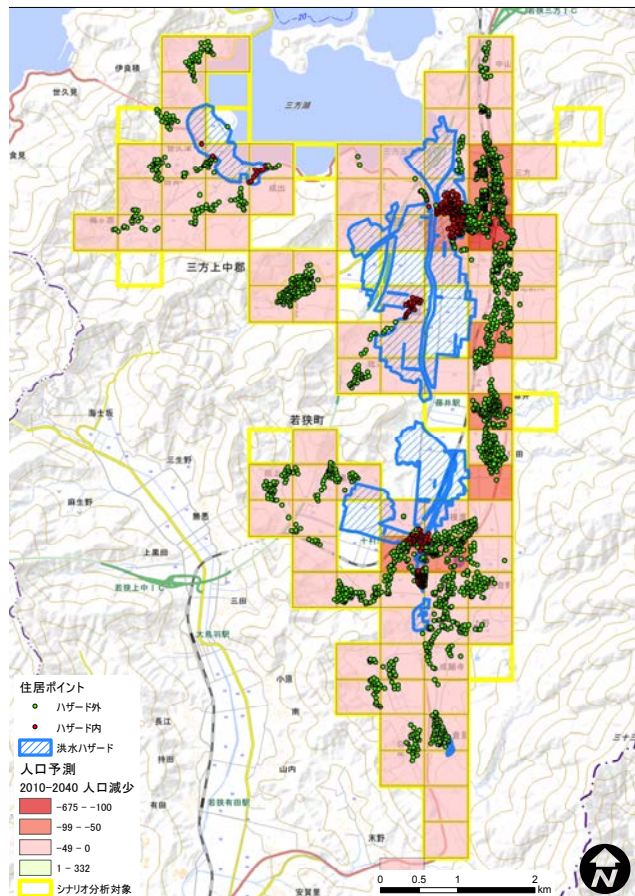
	浸水範囲内被害額推定（年間生産額：億円）			
	1893年	1951年	1979年	2009年
農業	0.29	0.26	0.29	0.27
一般資産	0	6.52	9.19	9.13
合計	0.29	6.78	9.48	9.4



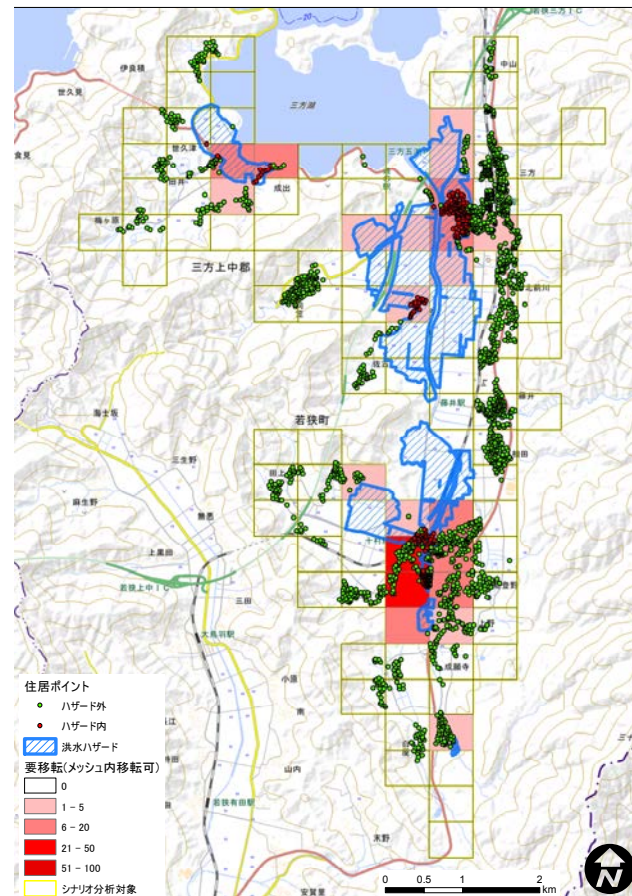
90年間で被害は30倍

三方五湖流域における2040年を想定したEco-DRRシナリオ分析

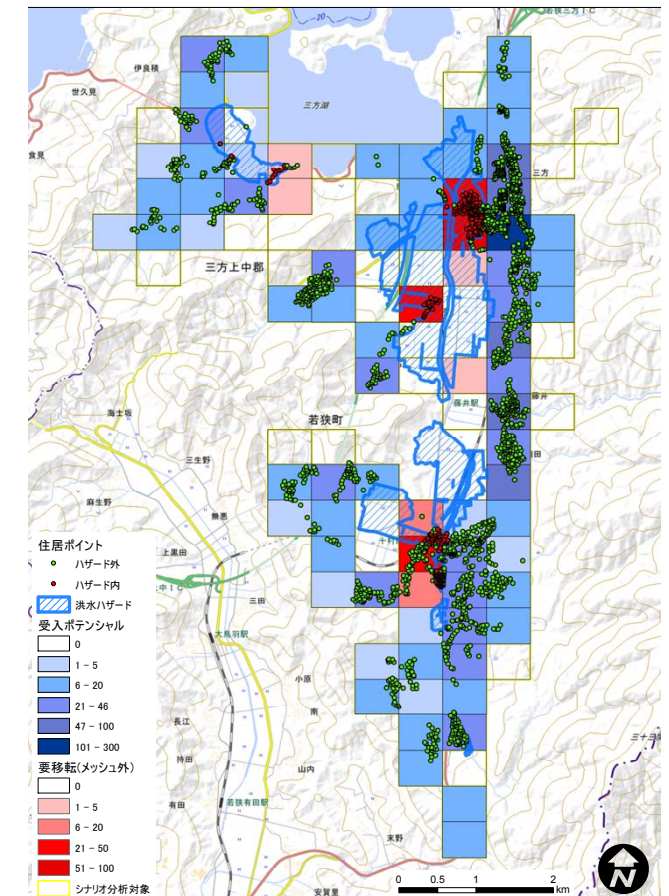
- ・ シナリオ1: Business as usual. 洪水被害は人口減少により減少
- ・ シナリオ2: 洪水ハザード内の世帯は隣接地に移転。空き家は撤去
- ・ シナリオ3: 洪水ハザード内の世帯は隣接地に移転。空き家は撤去、ハビタット再生



2040年までの人口減少



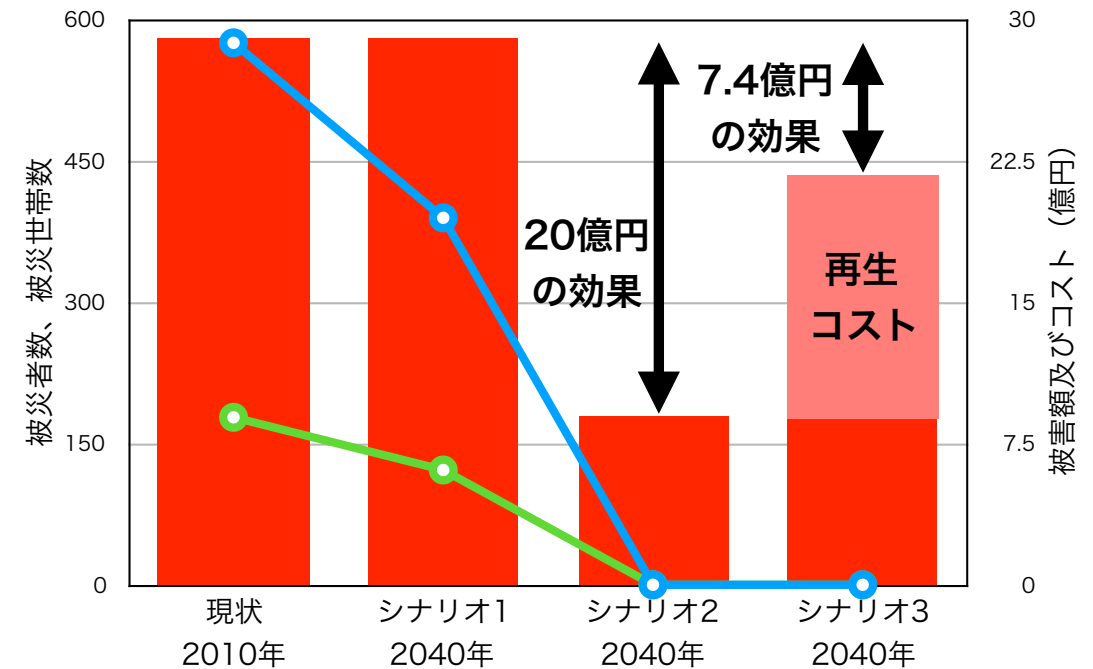
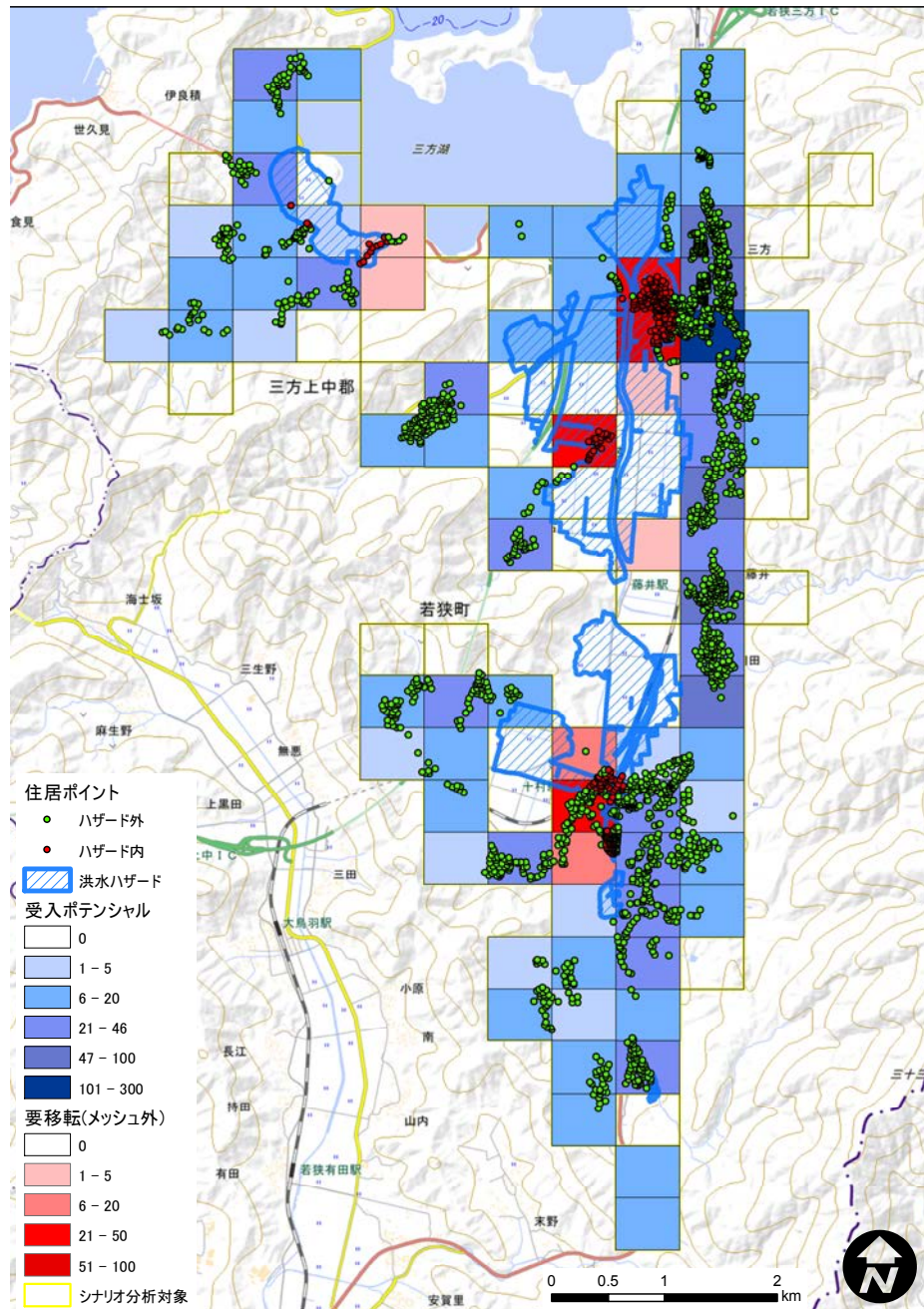
メッシュ内で移転ができる
要移転人口の分布



メッシュ外への要移転人口と
受け入れポテンシャル 11

洪水ハザードシナリオ分析結果

● 被災者数 ● 被災世帯数 ■ 被害額及びコスト



- ・ Business as usual (シナリオ1)
人口減少で被災者、世帯数は減少
- ・ 移転、空家撤去 (シナリオ2)
被災者、世帯数0、跡地そのまま
住み替え補助9億円、20億円の効果
- ・ ハビタット再生 (シナリオ3)
コスト12.6億円増、生物多様性効果

福井県三方五湖流域におけるEco-DRR評価とシナリオ分析

生物多様性への影響評価とシナリオ分析

- ①多様な生物群の分布調査（流域平地部の全80地点）
- ②生物分布と浸水ハザード・土地利用の関係をモデル化
- ③シナリオ分析：土地利用変更による生物への影響予測

シナリオ分析例：シナリオ3による土地利用変更の影響予測（増減）

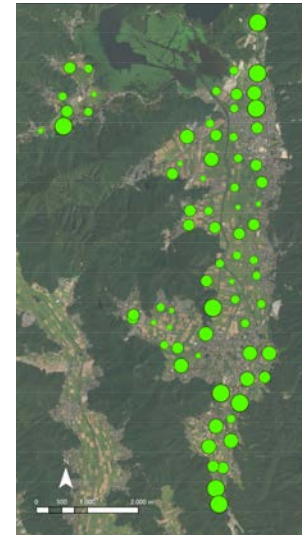
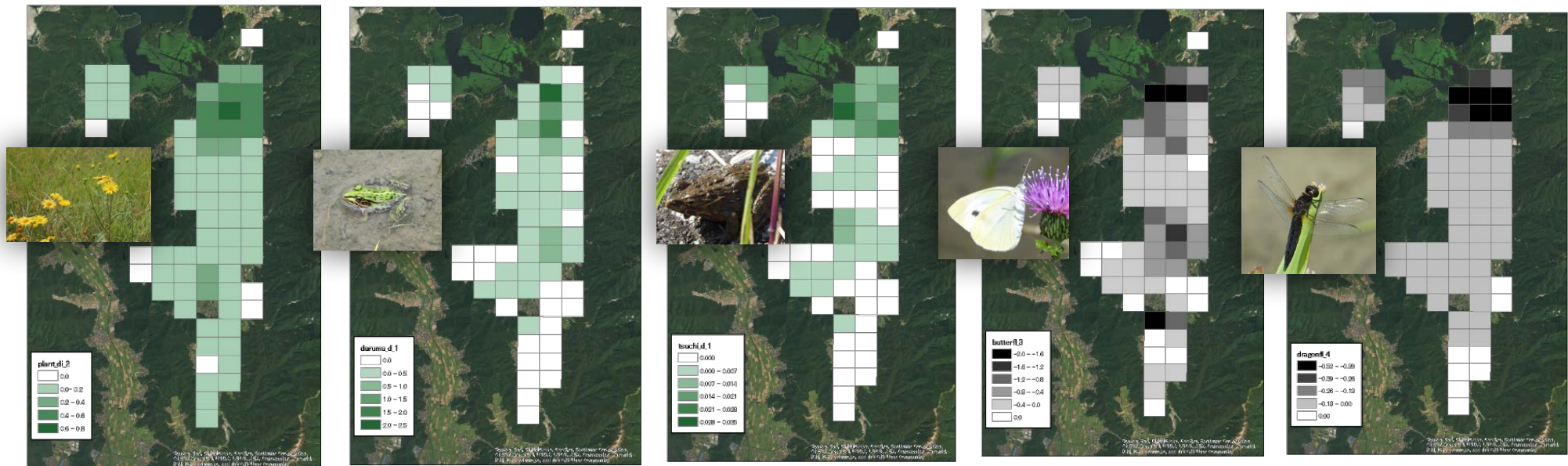
草本植物種数

ダルマガエル個体数

ツチガエル個体数

蝶種数

トンボ種数

分布データ例
(草本植物種数)

- 草本植物種数、カエル個体数は **増加**
- 蝶、トンボの種数は **減少**
- 場所ごとの変化のばらつき大

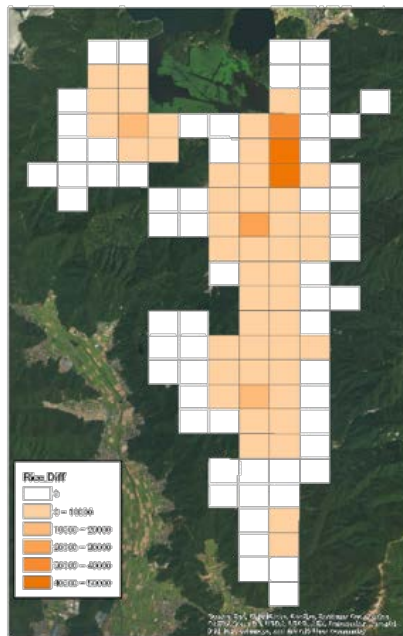
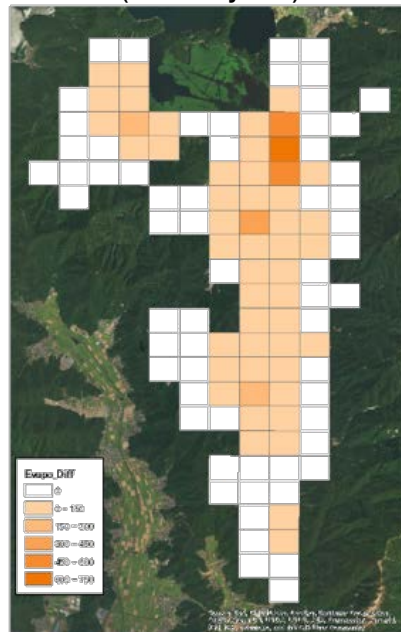
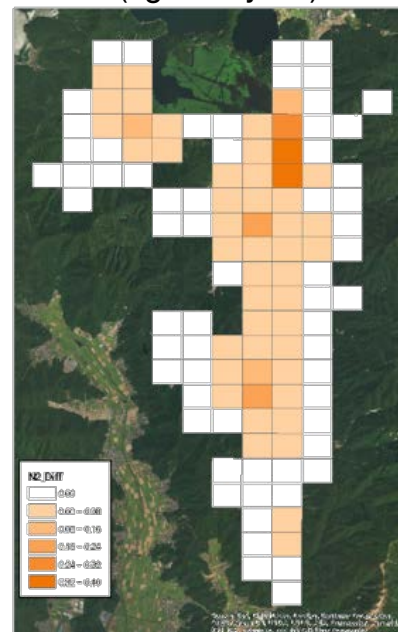
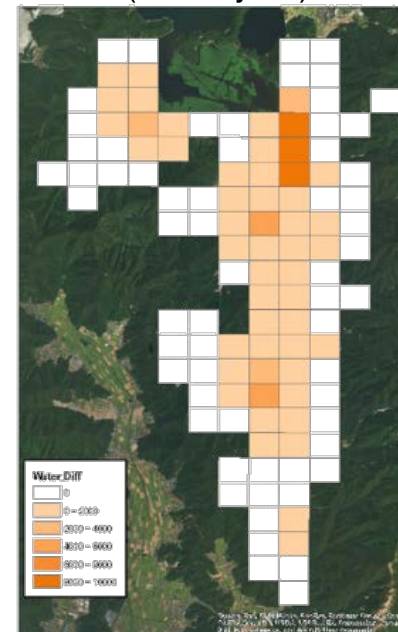
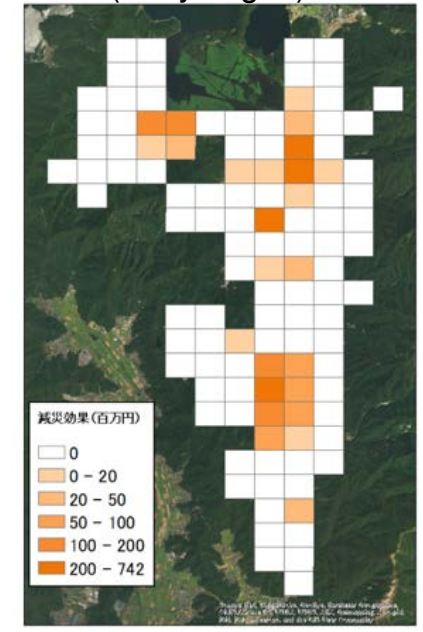
土地利用変更による防災減災が、多様な生物群に与える影響を予測評価できる方法論を新規開発

シナリオ分析：土地利用変更による生態系サービスへの影響予測

シナリオ分析例：シナリオ3による土地利用変更の影響予測（増減）

供給サービス

調整サービス

米 (kg/m²/year)蒸発散量
(m³/m²/year)水質浄化
(kgN/m²/year)地下水涵養
(m³/m²/year)減災効果
(10⁶ yen/grid)

- 供給と調整の生態系サービスが **増加**
- 場所ごとの変化のばらつき大

多様な生物群への影響に加えて、生態系サービスに与える影響を予測評価（課題：プロセスモデルへの改善）

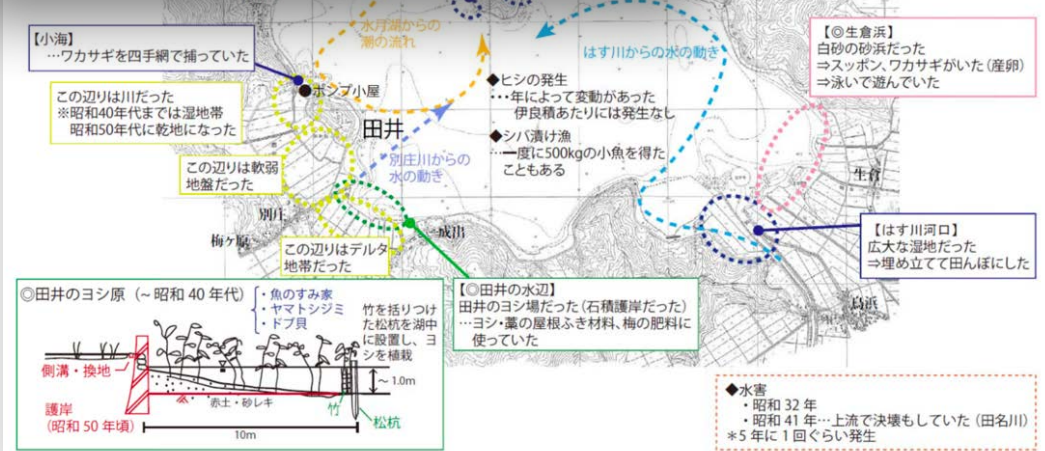
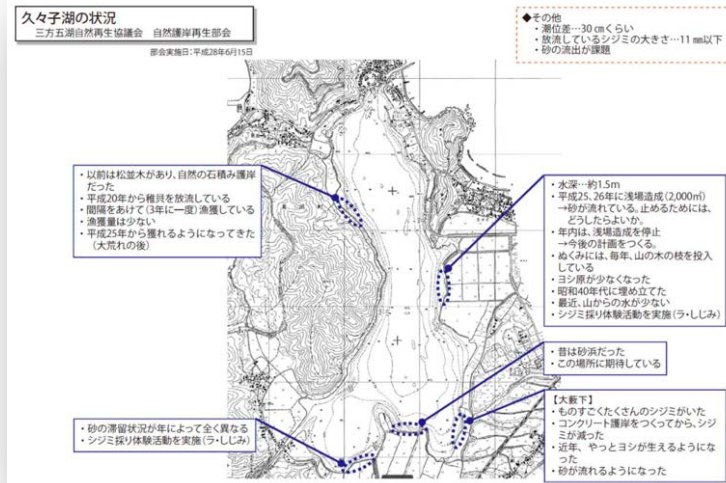
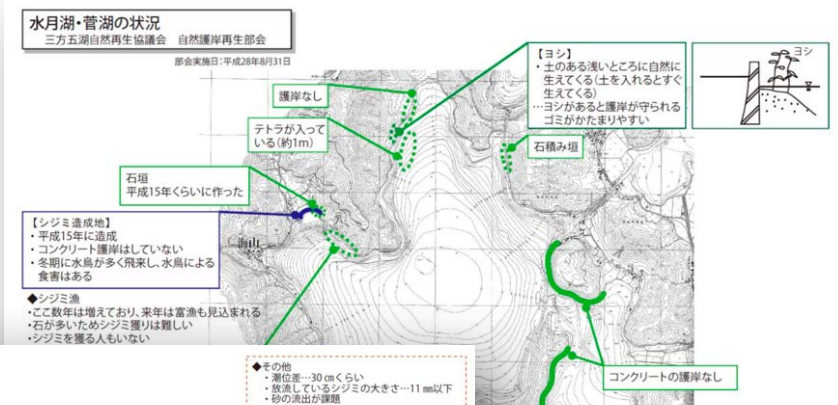
自然護岸再生部会：協議を重ねEco-DRRビジョンを作成中

自然護岸の再生

【目標】 治水機能を保ちながら、多様な生きものを育む自然豊かな水辺を取り戻します。

【取組】

- ・河川管理関係者や研究者を交えた市民調査の実施
- ・湖ごとの自然護岸再生ビジョンの検討
- ・湖の治水と自然再生を両立する湖岸の検討



放鳥個体の衛星追跡によるコウノトリの生息適地抽出

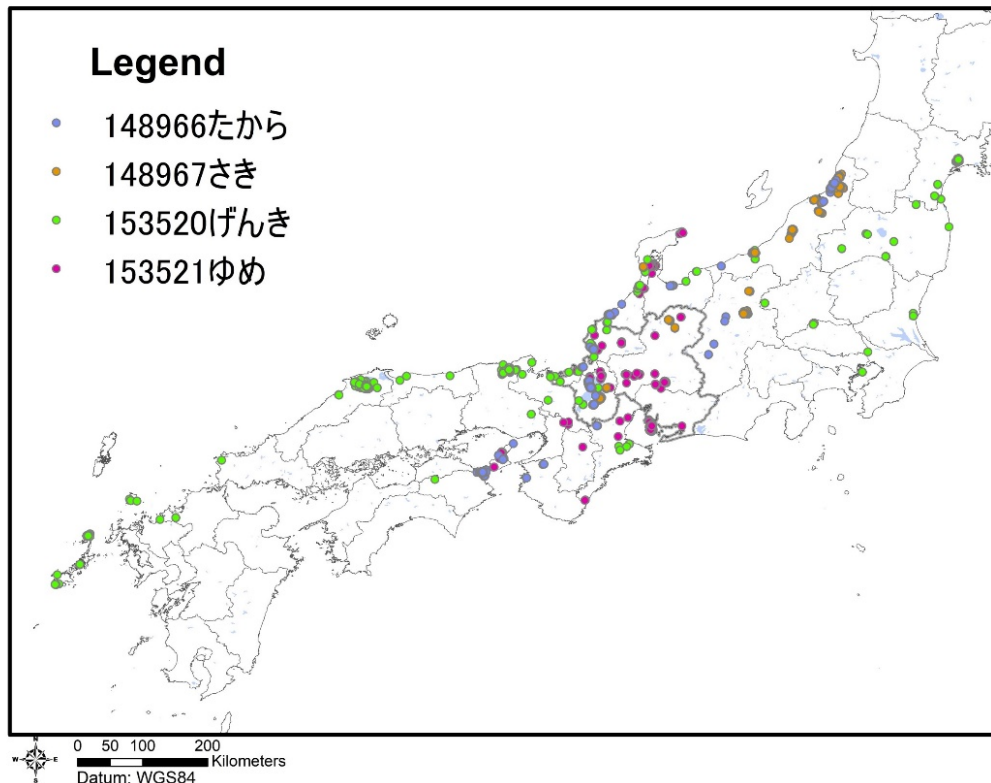


送信器を装着
されたコウノ
トリ（ゆめ）

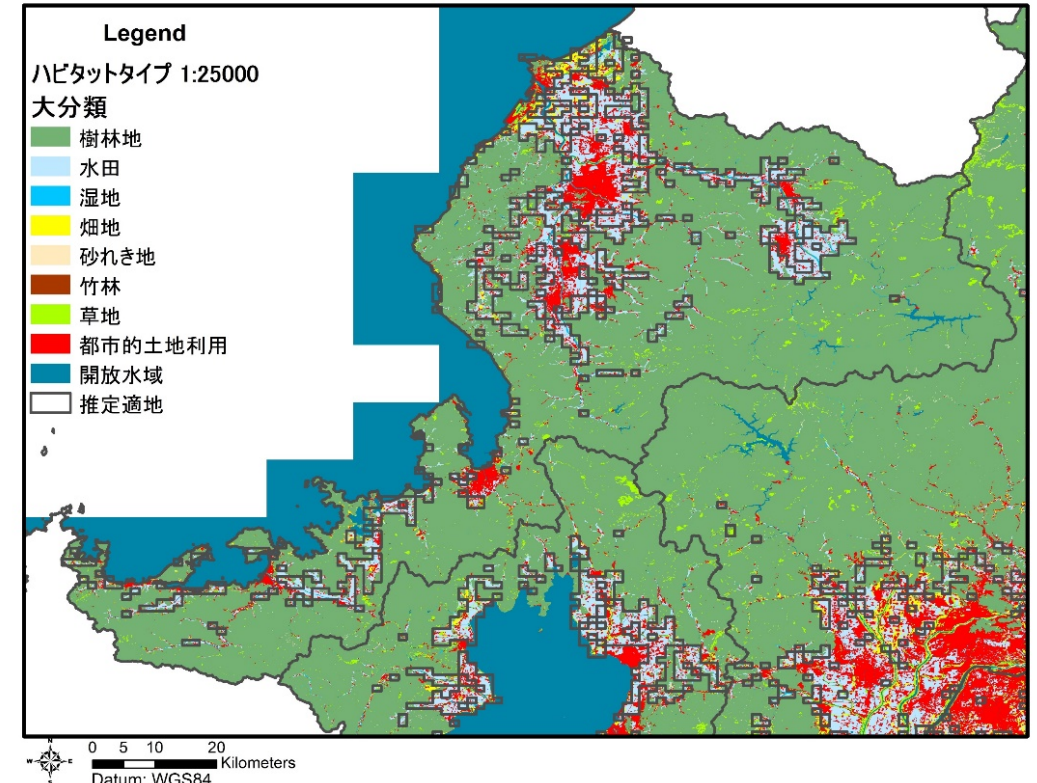
- ・ 福井県で放鳥された4羽の衛星追跡データを対象にMaxEnt (maximum entropy approach) で生息適地モデルを作成
- ・ **水田と樹林（及びその接線）** が生息に大きな影響を及ぼす

環境変数と寄与の高さ

生息適地予測に使った環境変数	寄与の強さ
水田面積割合	40
樹林地面積割合	21.7
樹林と水田の接線長	15.7
TWI（地形湿潤指数）	10
シン普森ズの景観多様度指数	9.4
都市的土地利用面積割合	3.2

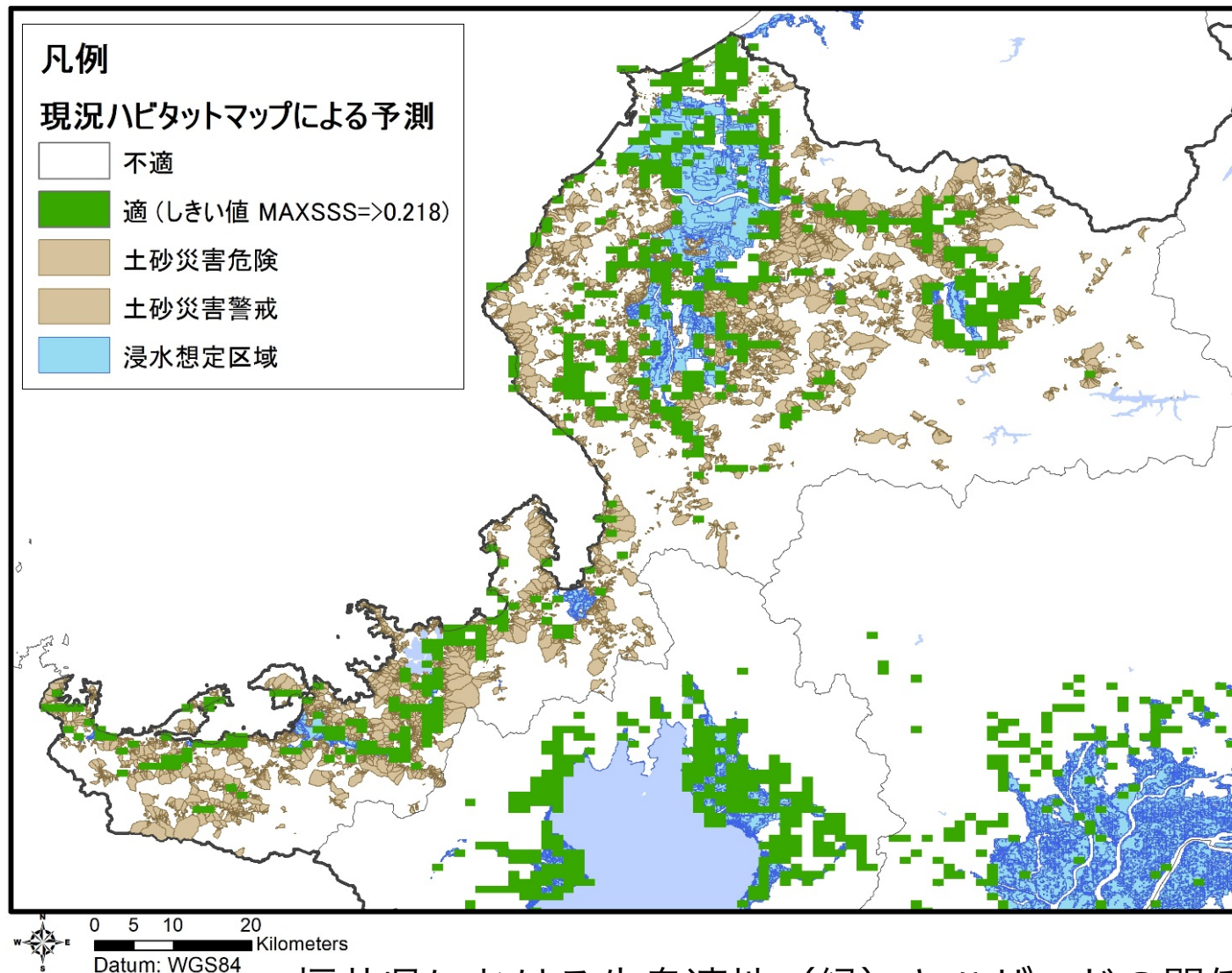


放鳥4個体の観測地点

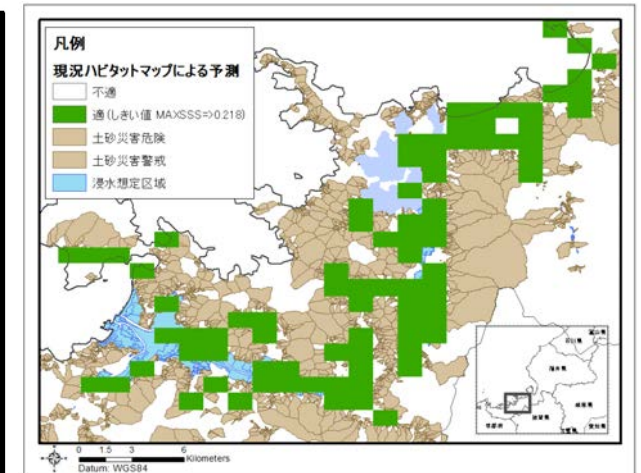


現存植生図を用いた生息適地抽出

コウノトリの生息適地とハザードの関係



福井県における生息適地（緑）とハザードの関係



若狭地域拡大図

コウノトリ生息適地と
ハザードの一致



Eco-DRRは生物多様
性保全を実現

土砂災害ハザードが重なっている生息適地メッシュの割合	浸水ハザードが重なっている生息適地メッシュの割合	両ハザードが重なっている生息適地メッシュの割合
20.0%	19.8%	38.6%

成果の公開・市民との対話

- 2017年7月17日日本学術会議で公開シンポジウム開催（中村プロと合同、200名近くの参加者）
- 2018年2月10日に福井県若狭町において公開シンポジウム（中村プロと合同、研究対象地域に成果を還元）
- Facebookページを使って随時研究成果を公開



まとめ

- ・ 生態系の持つ減災機能を自然環境と経済の側面から評価
→湿地や水田が都市的土地利用され被害が激増
→脆弱な生態系が開発されることにより生物多様性激減
- ・ シナリオ分析により人口減少下においては、災害リスクを下げる土地利用が経済的に可能であることを提示
- ・ Eco-DRRの導入は生態系と人間社会の持続可能性両立
- ・ 多様なステークホルダーとの協働により社会実装を可能に
- ・ コウノトリはEco-DRR計画の指標種となりえる