

生態系サービス評価に向けたデータ
集積と統合化に関する研究
－福井県池田町を事例として－

農業農村工学会 農業農村整備政策研究部会

2022/1/22

東京農工大学

加藤亮

目標

農業政策における生態系サービス評価

- 農業における生態系サービス評価は、世界の農業環境政策の中で、地球規模での持続可能性の実現に向け、重要な役割を持つということが共通認識としてEUを中心に形成されつつある。
- わが国では、水田農業の多面的機能の議論が進んできたが、生態系サービス評価との整合性については今後の課題とされてきた。
- 本研究では、日本型の農業環境の生態系サービス評価について、ケーススタディを通じて、供給サービス、調整サービスを中心に多様な評価を実施し、地理空間データベースに統合化する手法を開発する。
- あわせて、データベースを活用して生態系サービス評価の可視化に関する手法も検討する。

農業政策における生態系サービスの先行研究

2960 A. G. Power *Review. Ecosystem services*

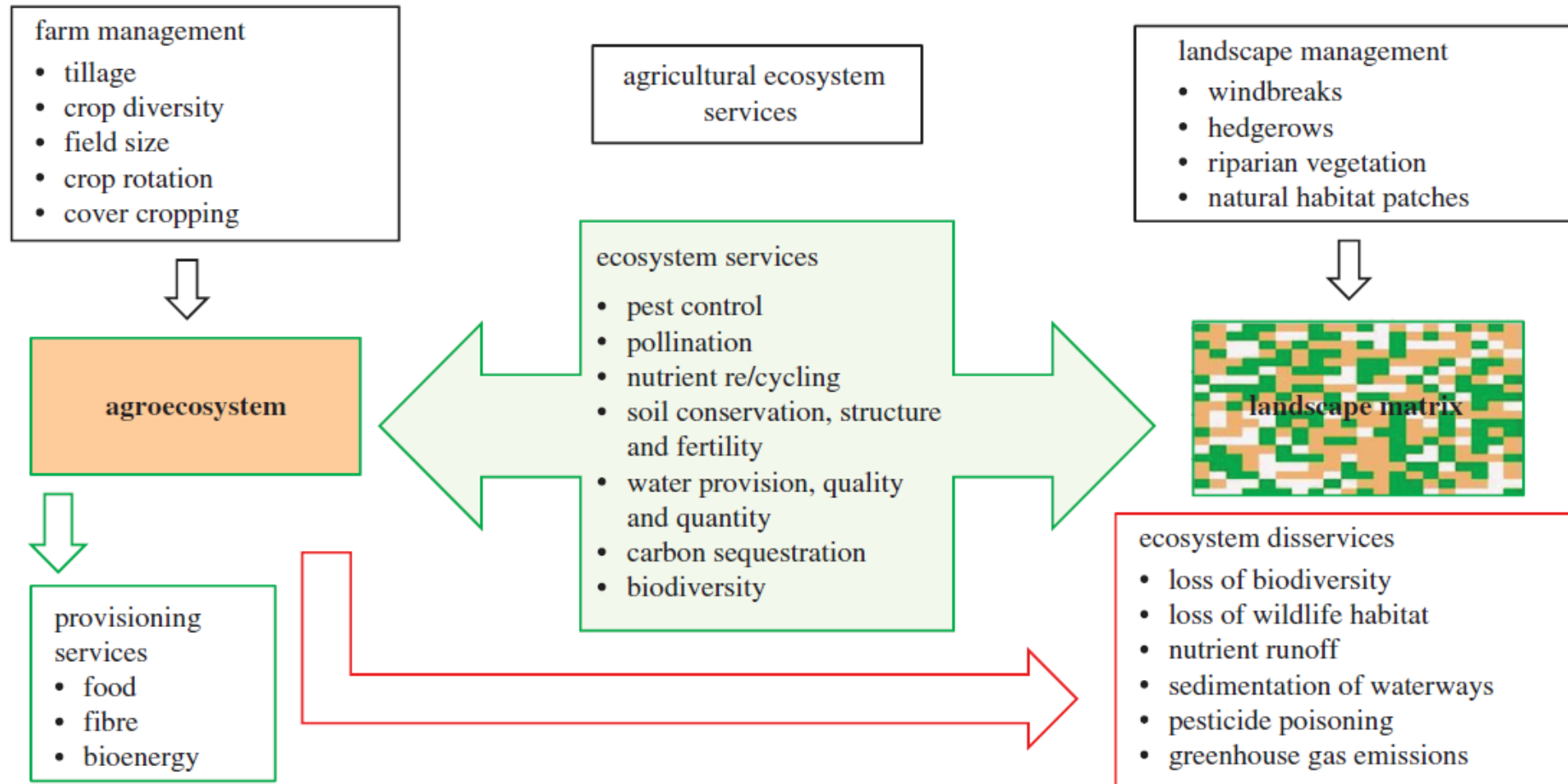


Figure 1. Impacts of farm management and landscape management on the flow of ecosystem services and disservices to and from agroecosystems.

先行研究 (Review paper) におけるターゲット

- 環境から農業へ
 - 病虫害防除, 受粉, 水環境, 土壌栄養等に現れる生態系サービス
- 農業から環境への影響
 - Disservice: 栄養塩収支, 汚濁, 温暖化ガスの排出 (メタン, N_2O)
 - 生態系サービス: 温暖化ガスの排出抑制 (CO_2 の吸収)
- 生態系サービス間のトレードオフ
 - サービスの出し手と受け手の空間的な不一致
 - 評価に関する空間スケールの違い

目的：生態系サービスの可視化に向けた農業環境の地理情報データベースの構築

達成目標：生態系サービスの空間データベースとその可視化ができること

方法：事例調査に基づくデータ収集と生態系サービスの空間解析

福井県池田町の事例調査（2021年～）

空間データベース調査項目



| 調査分野 | 調査項目 |
|----------|---------------------------|
| 土壌・水環境 | 土壌物理性, 土壌化学性, 用排水路の水質, 流量 |
| 生態系 | 水田圃場内外の植物相, 昆虫類 |
| 農村社会システム | 水田農業の維持管理, 生態系サービスの活用状況 |

研究組織

農林水産政策研究所
政策研連携研究課題
環境に配慮した農業生産活動による生態系及び
社会経済等持続可能性の総合的評価手法の開
発に関する研究



中核機関
東京農工大学（加藤，杉原）
委託研究課題
環境保全型農業管理における生態系サービスの評価に向けた地理空間
データベースの構築と解析の研究
研究項目① 研究統括および水・土壌環境の分析

共同機関
京都大学（東樹）
委託研究課題
環境保全型農業管理に
おける生態系サービスの
評価に向けた地理空間
データベースの構築
と解析の研究
研究項目④
DNA分析による生物多
様性評価の手法検討

共同機関
東京都立大学（大澤）
委託研究課題
環境保全型農業管理におけ
る生態系サービスの評価に
向けた地理空間データベ
ースの構築と解析の研究
研究項目⑤ 基盤情報整備、
生態系サービスの潜在量推
定

共同機関
東京大学（橋本）
委託研究課題
環境保全型農業管理における
生態系サービスの評価に向け
た地理空間データベースの構
築と解析の研究
研究項目② 里地・里山の生
態系サービス評価を通じた農
業生産の貢献解明

共同機関
新潟大学（吉川）
委託研究課題
環境保全型農業管理にお
ける生態系サービスの評
価に向けた地理空間デー
タベースの構築と解析の
研究
研究項目③ 農地利用形態
の変化が流域の水文環境
に与える影響の分析

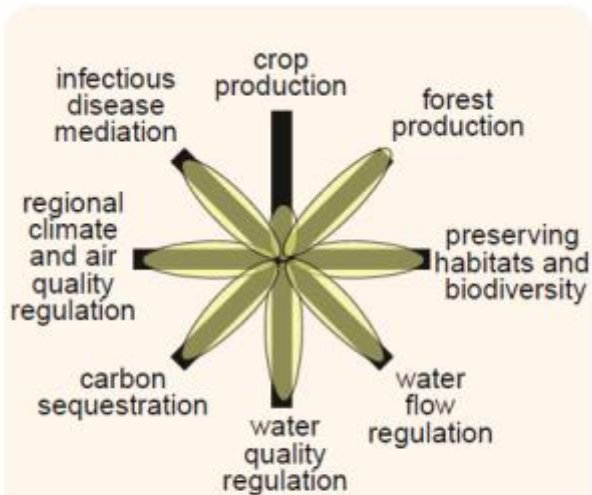
研究の内容（令和3～5年度）

- 対象地域：福井県池田町
- 水田農業の特徴：環境保全型水田農業（3タイプ）
- 空間スケール：圃場スケールから用水系統のブロックスケール
- 水，土壌，植物，昆虫等の測定項目から評価項目および生態系サービス評価へとつなげる
- シナジー／トレードオフの観点から：農業生産活動が生態系サービスに与えるインパクトを評価

生態系サービスのトレードオフ評価イメージ

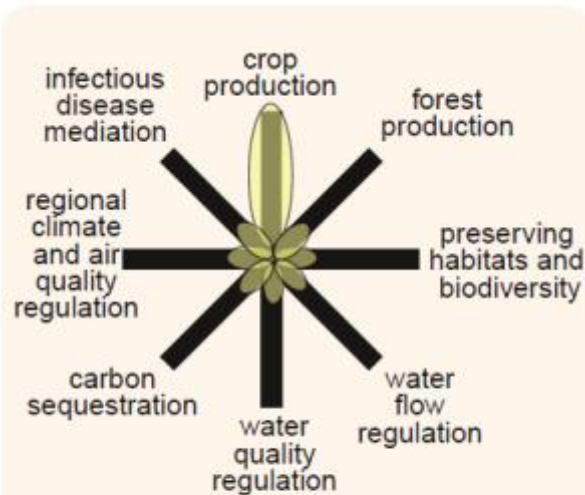
ある生態系サービスの増加（向上）は、他の生態系サービスの劣化を伴うことがある

自然生態系



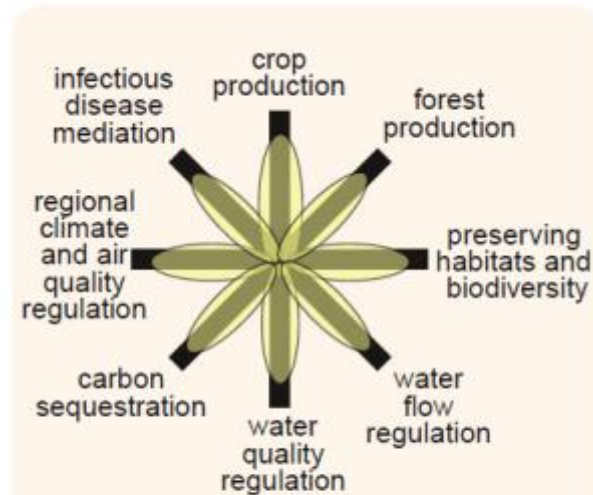
natural ecosystem

集約型農業が営まれる農地



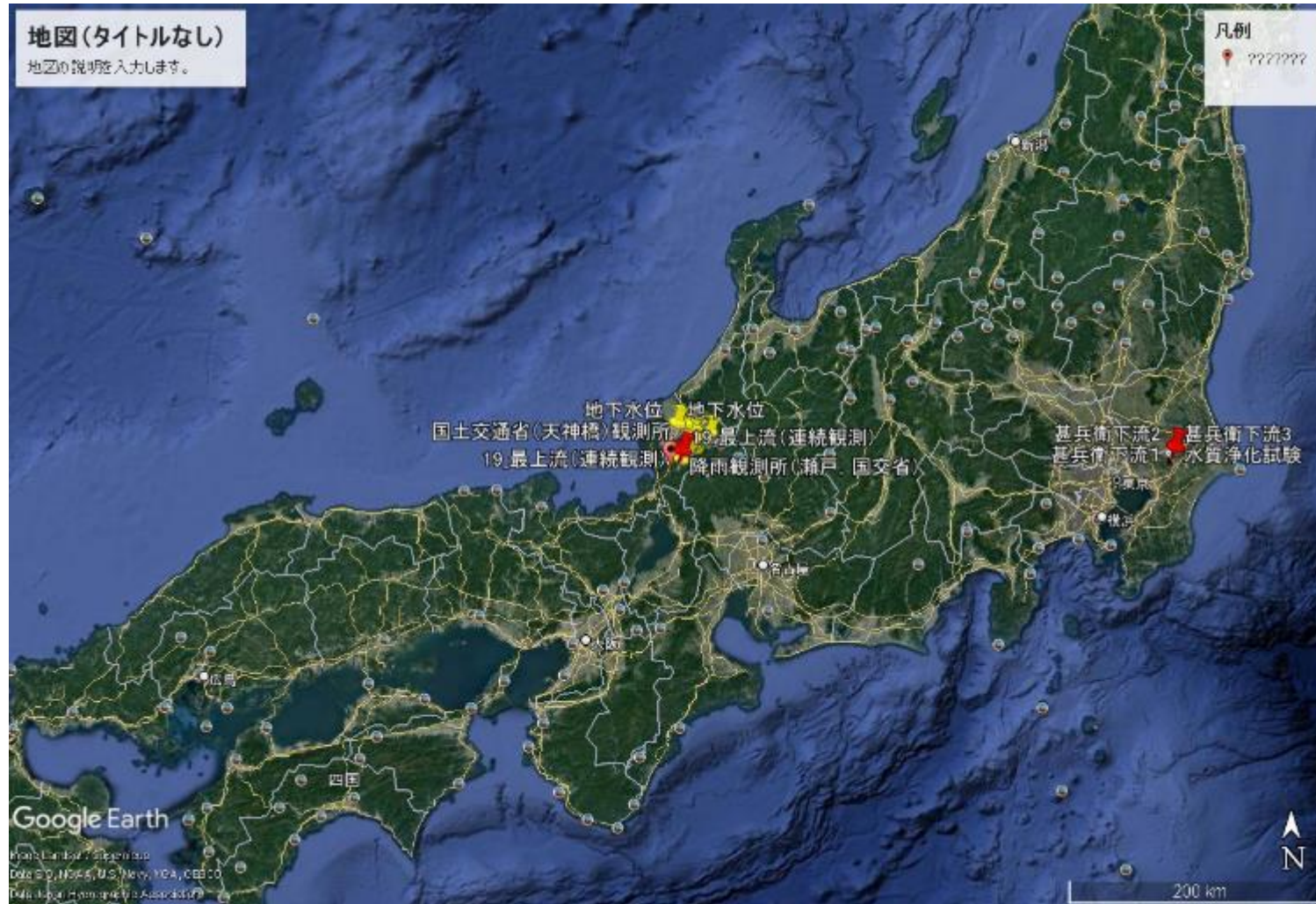
intensive cropland

生態系サービスが回復された農地

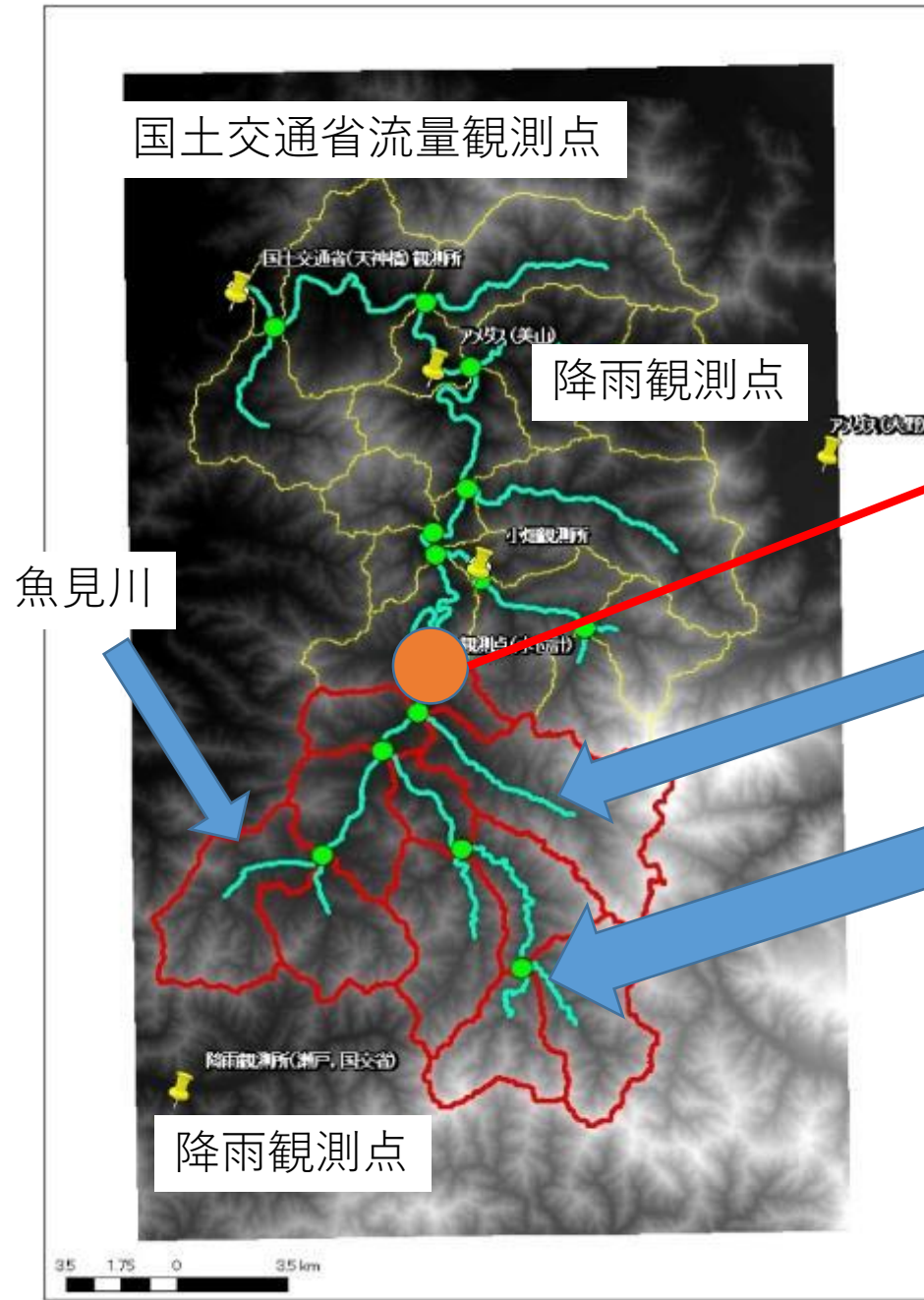


cropland with restored ecosystem services

対象地域：福井県池田町の紹介

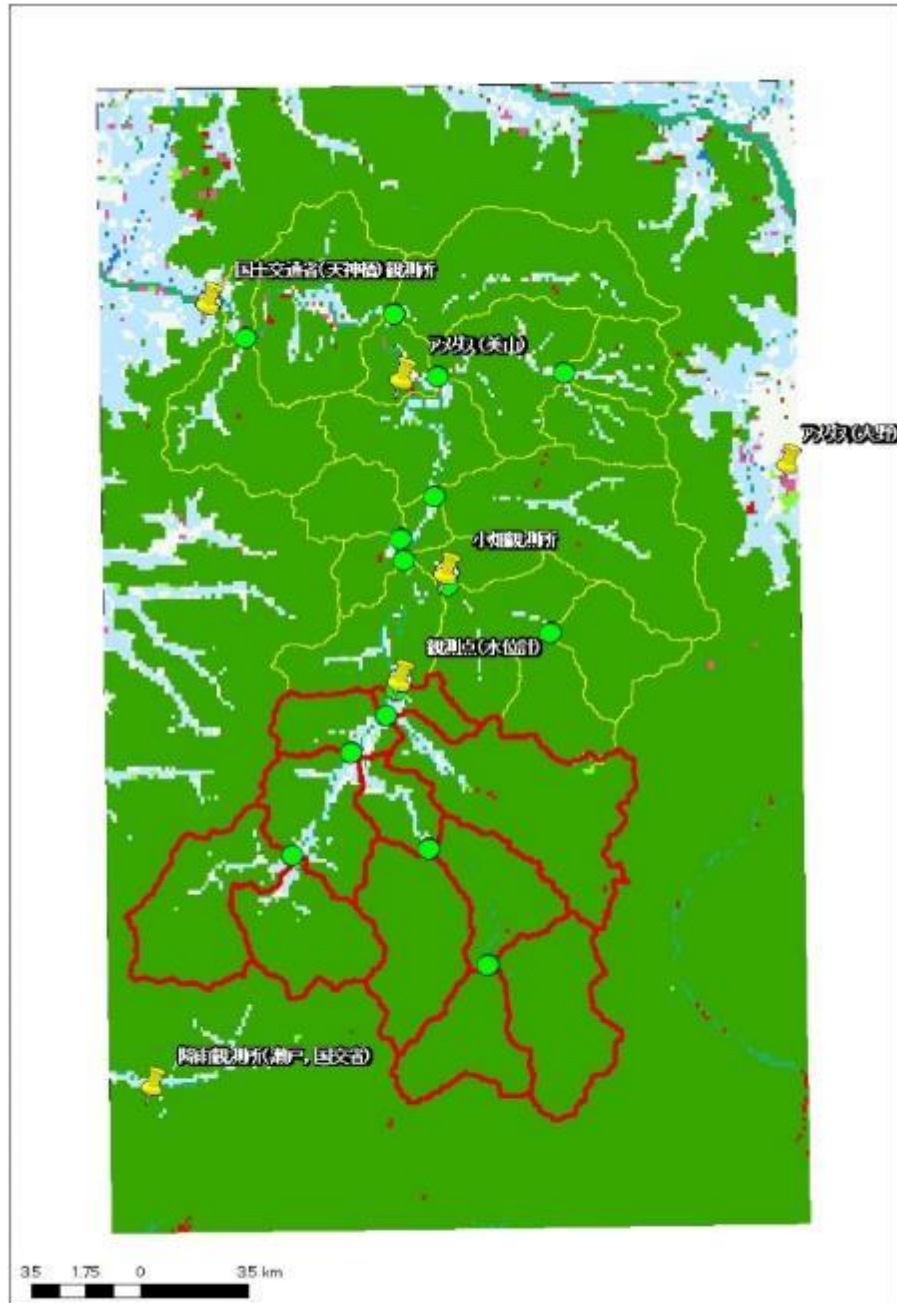


標高データ

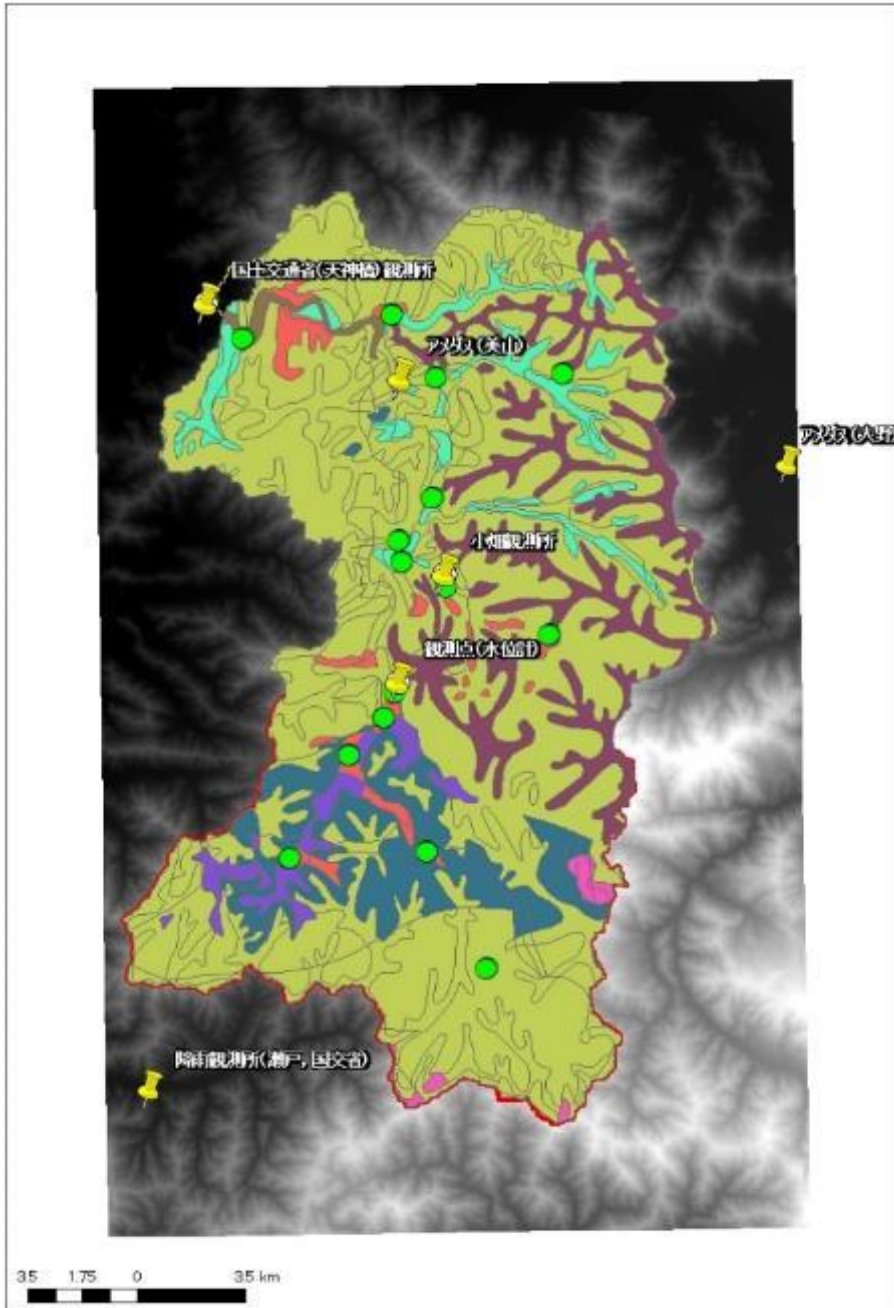


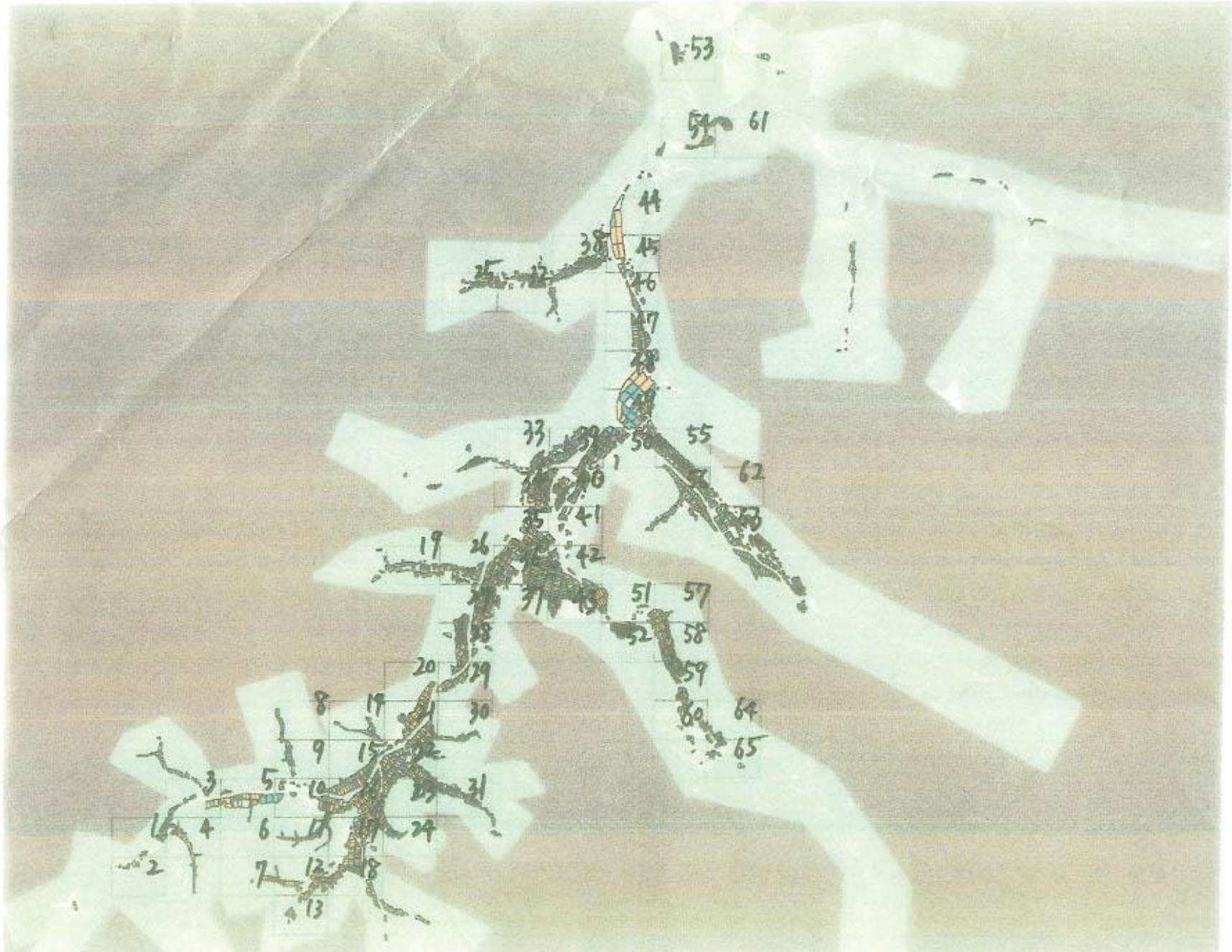
土地利用図

ほぼ森林
傾斜地の水田



土壤図





有機農業 の実施状 況

生命に優しい米づくり

最終更新日 2015年10月21日 | ページID 001403 | [印刷](#)

[いいね！0](#)
[ツイート](#)

生命に優しい米づくり

池田町では、豊かな土壌と清き水、澄んだ空気の中で、化学肥料や農薬の使用を極力抑え、昔ながらの農業技術を活かしながら、食べる人はもちろんのこと、作人や田畑の生き物など全ての生命に優しい農業を進めるため、また、町内で安全な堆肥の製造が可能となったことから、平成19年より「生命に優しい米づくり」に取組んでいます。

池田町独自の栽培認証基準を設け、それを運用しながら、消費者のみなさんに、安心しておいしく召し上がっていただける米づくりを実践しています。栽培ごよみや栽培基準については、添付ファイルをご参照下さい。



とんぼ(取組ほ場にて)

生命に優しい米づくり認証審査について

7月中旬(第1回)、8月中旬(第2回)の現地確認でのほ場管理の状況等の事前確認を経て、8月下旬に「生命に優しい米づくり審査会」を毎年開催しています。審査会の委員は、外部有識者等を審査委員に委嘱しています。

審査は、栽培記録簿による「土づくり」「育苗」「除草剤の種類及び使用回数」「農薬の種類及び使用回数」「肥料の種類及び量」等の項目についての書類審査と抽出ほ場の現地審査により行っています。



げんごろう(取組ほ場にて)

審査結果

認証面積

| 栽培区分 | 栽培期間中の農業使用料 | 栽培期間中の化学肥料(窒素成分)の使用量 | H30 | R1 |
|--------|----------------|----------------------|--------|--------|
| 極(きわめ) | 不使用 | 不使用 | 1.6ha | 1.5ha |
| 匠(たくみ) | 通常の栽培に比べ8割削減 | 不使用 | 62.6ha | 63.1ha |
| 真(まこと) | 通常の栽培に比べ8割削減 | 通常の栽培に比べ5割以上削減 | 40.8ha | 34.0ha |
| 舞(まい) | 通常の栽培に比べ6.5割削減 | 通常の栽培に比べ5割以上削減 | 86.3ha | 87.2ha |

関連ファイル

 [生命に優しい米づくり栽培ごよみ・認証基準 \(PDF形式 523キロバイト\)](#)

PDFファイルを開覧していただくにはAdobe Readerが必要です。

Adobe Readerをお持ちでない方は、[アドビシステムズ社のサイト](#)からダウンロードしてご利用下さい。



観測結果 (水質)

| 地点 | 緯度 | 経度 | 水深(cm) | EC(mS/m) | 温度(°C) | T-N | T-P | SS(mg/L) |
|-----------------|--------------|-------------|--------|----------|--------|------|------|----------|
| 最下流 | 135 54 36.9 | 136 21 22.6 | 19 | 8.3 | 11 | 0.65 | 0.05 | 0.00 |
| 水海川下流(11/26) | 235 53 39.3 | 136 21 34.8 | | 10.5 | 9.9 | 0.83 | 0.08 | 8.50 |
| 水海排水路 | 335 53 40.4 | 136 21 35.4 | | 10.6 | 10 | 0.73 | 0.07 | 10.50 |
| 最上流 | 1935 50 34.9 | 136 16 27.0 | 13.5 | 6.1 | 10.4 | 0.98 | 0.05 | 7.50 |
| 魚見川上流1 | 1835 51 23.5 | 136 17 37 | | 6.7 | 9.3 | 1.04 | 0.02 | 0.50 |
| 魚見排水路12 | 1735 51 22.7 | 136 18 42.9 | | 6.8 | 8.7 | 0.84 | 0.13 | 5.00 |
| 魚見排水河川5 | 1635 51 31.1 | 136 19 4.2 | | 7.1 | 9 | 0.80 | 0.08 | 0.00 |
| 魚見川中流3 | 1535 51 40.7 | 136 19 4.1 | | 6.7 | 9.7 | | | |
| 魚見川集落 | 1435 51 46.9 | 136 19 6.2 | | 7.2 | 9.1 | 0.61 | 0.09 | 6.00 |
| 魚見川10 | 1335 52 26 | 136 19 48.5 | | 6.9 | 8.8 | 0.97 | 0.16 | 1.50 |
| 魚見排水河川3 | 1235 52 53.7 | 136 19 52.8 | | 10.1 | 9.1 | 0.77 | 0.07 | 8.00 |
| 魚見川合流前 (ウッドラボ) | 1135 53 26.2 | 136 20 17.6 | | 7.3 | 9.1 | 0.68 | 0.04 | 6.00 |
| 魚見排水河川2 | 1035 53 39.7 | 136 20 19.0 | | 8.3 | 8.9 | 0.84 | 0.07 | 6.00 |
| ツリーピクニックアドベンチャー | 935 51 44.7 | 136 22 1.9 | | 6.4 | 8.6 | | | |
| 足羽川上流 (かずら橋下流) | 835 51 39.5 | 136 21 49.8 | | 7.4 | 7.5 | | | |
| 足羽排水路13 | 735 52 35.1 | 136 21 21.2 | | 10 | 9.2 | | | |
| 足羽合流前 | 635 53 9.4 | 136 20 34.7 | | 7.6 | 8 | 0.67 | 0.04 | 5.50 |
| 足羽川中流 | 535 53 47.7 | 136 20 45.4 | | 7.6 | 8.4 | 0.68 | 0.06 | 4.00 |
| 水海川上流(11/27) | 435 52 47.9 | 136 22 35.2 | | 10 | 7.8 | 0.66 | 0.09 | 1.50 |

期待される結果

- 生態学や土壌学，農業水利・水文学的な知見にもとづくフィールド・レベルの生態系サービスの観測結果の空間解析
- 農林水産政策研究所による社会経済的影響評価や総合的評価手法の開発に不可欠な観測データと測定項目の抽出
- 環境保全型農業の社会経済的な影響評価や総合的評価手法の開発

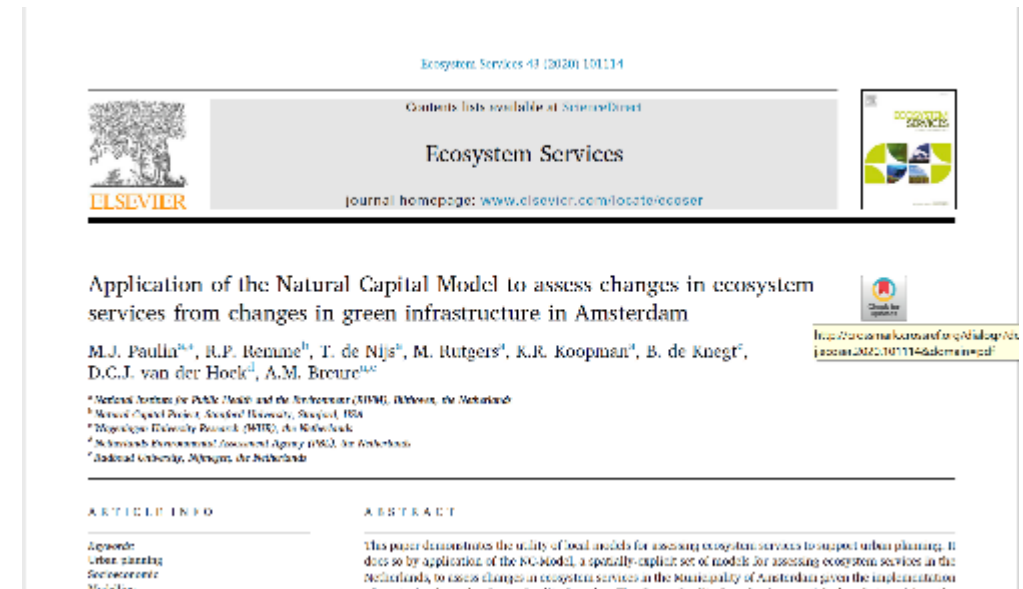
おまけ：トレードオフの評価手法として なにがあるか？

- Natural Capital model (NCモデル)
- InVEST
- SWAT

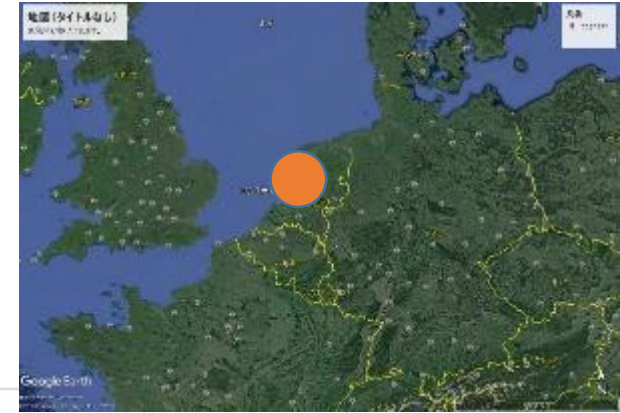
等による評価手法が試行されている

NCモデルの適用事例

オランダ アムステルダムの都市緑化に関するNCモデルによるシナリオ評価



オランダ アムステルダム



A.J. Paulin, et al.

Ecosystem Services 43 (2020) 101114

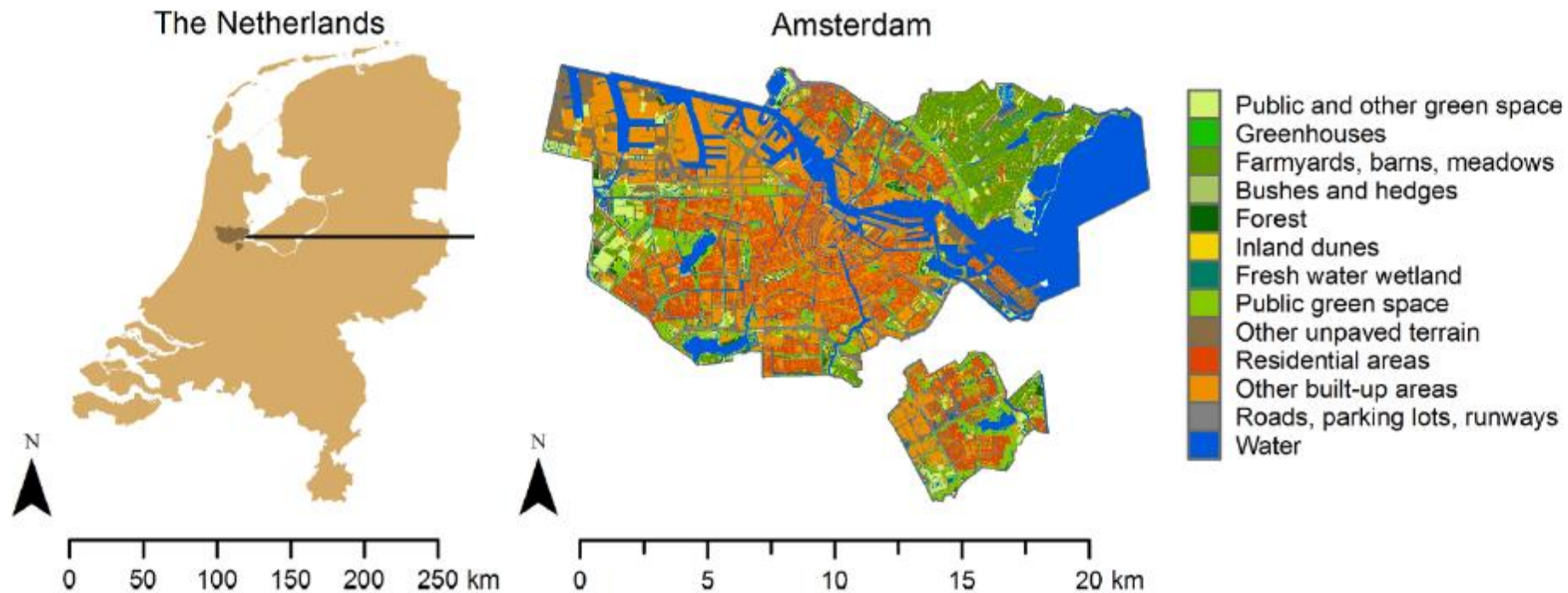


Fig. 1. Dominant types of land cover in the Municipality of Amsterdam (Paulin et al., 2020).

NCモデルの大枠（生態系サービスから社会の利益へ）

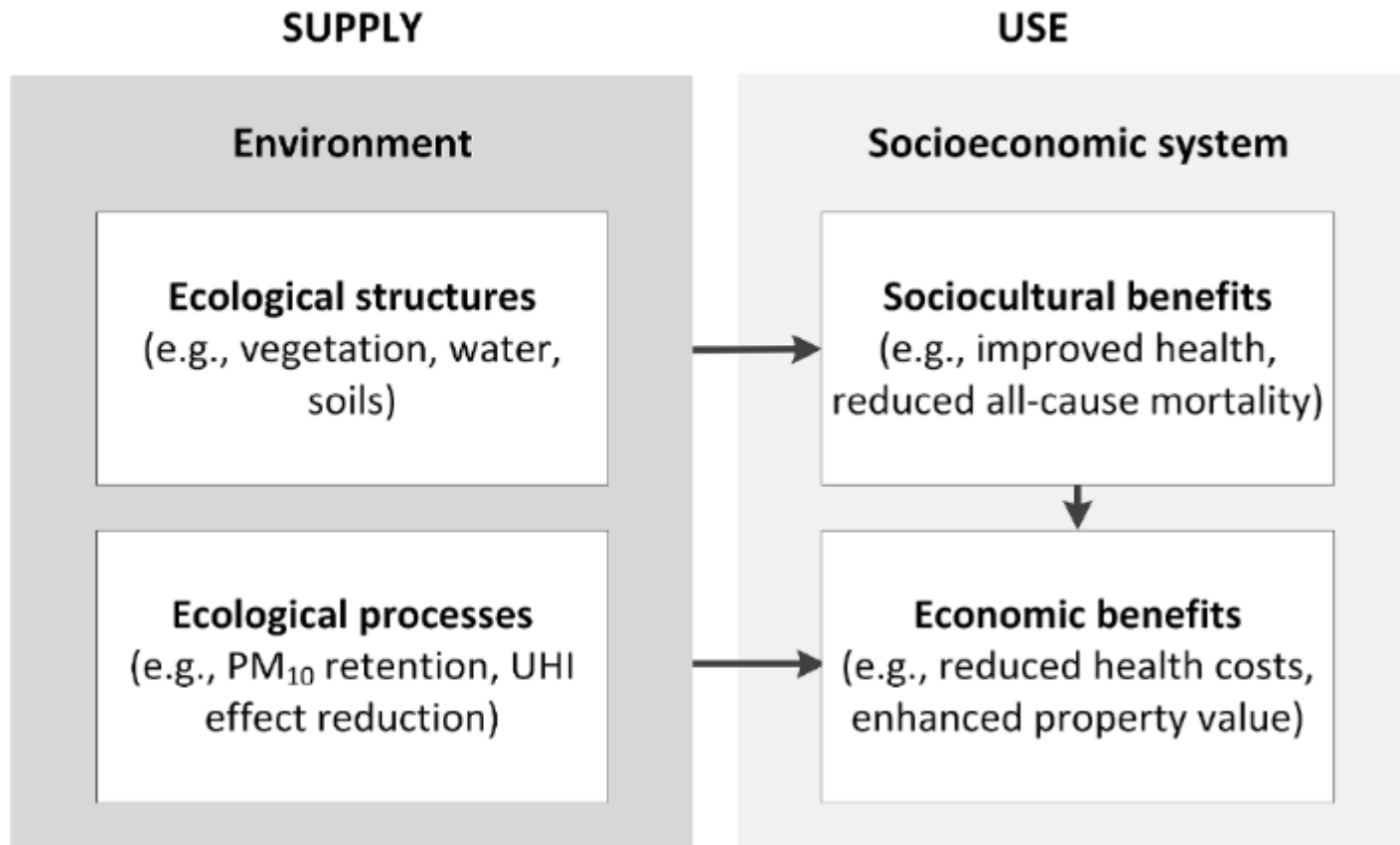


Fig. 2. Schematic diagram of relationship between ecosystem service supply and use within urban ecosystem service models. Supply captures ESP and use captures the realized contributions of ESP to society and the economy. Sociocultural benefits capture the direct contribution of ESP to human wellbeing. Economic benefits capture either (i) the direct contribution of ESP to the economy or (ii) the translation of accrued sociocultural benefits into monetary units.

ラスターマップの重ね合わせの計算を実施

NC-Modelのインプット

Table A1: Input datasets used to model six urban ecosystem services

| Dataset name | Description | Resolution | Year | Source | Responsible organization | Email |
|---|---|------------|-----------|---|--|--|
| Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) | Elevation data | 0.5x0.5m | 2007-2012 | Rijkswaterstaat (RWS) | Stuurgroep AHN | info@ahn.nl |
| Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) | Basic registry of addresses and buildings | 2.5x2.5m | 2016 | Kadaster (2019a) | Kadaster | PPB-GVA@kadaster.nl |
| Basisregistratie Gewaspercelen (BRP) | Agricultural areas of the Netherlands | 25x25m | 2017 | RWS | RWS | servicedesk-data@rws.nl |
| Bevolkingskernen | Contour of populated areas | 10x10m | 2011 | Statistics Netherlands (CBS) | CBS | infoservice@cbs.nl |
| Ecosystem Unit Map (EUM) | Land use map | 10x10m | 2017 | Van Leeuwen et al. (2017) | CBS | infoservice@cbs.nl |
| Fijnstof 2017 (pm10) | Concentration of particulate matter up to 10 micrograms | 25x25m | 2017 | Velders et al. (2017) | Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) | geodata@rivm.nl |
| Luchtfoto | High resolution aerial photograph | 0.25x0.25m | 2017 | Beeldmateriaal Nederland | Beeldmateriaal Nederland | info@beeldmateriaal.nl |
| Top10NL | Topographic map of the Netherlands | 5x5m | 2017 | Kadaster (2019b) | Kadaster | PPB-GVA@kadaster.nl |
| Wijk- en Buurtkaart | District and neighborhoods data | 160x160m | 2017 | Bresters (2019) | CBS | infoservice@cbs.nl |
| Woningbouwplannenkaart | Housing Plans Map | 10x10m | 2018 | Gemeente Amsterdam | Gemeente Amsterdam | monitorwoningbouwplannen@amsterdam.nl |
| Windsnelheden op 100m hoogte (m/s) | Average wind speed at 100m altitude | 2.5x2.5km | 2015 | Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) | Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RvO) | geodatabaseer.qiscc@rvo.nl |
| WOZ-waarde | Real estate value | 10x10m | 2016 | CBS | CBS | infoservice@cbs.nl |

6つのサブモデル（大気，移動，不動産 価値，都市の冷却，健康，保水能）

Table 1

Descriptions of ecosystem service supply and use proxy indicators for six ecosystem service models (Paulin et al., 2020).

| Ecosystem service model | Supply/use | Indicator | Description |
|-------------------------|------------|--|---|
| Air Quality Regulation | Supply | PM ₁₀ retention | Reduction in atmospheric PM ₁₀ concentrations by vegetation and water |
| | Use | Reduced health costs | Reduction in health costs from avoided PM ₁₀ related mortalities |
| Physical activity | Use | Contribution to cycling (commuting) | Contribution to time cycled by individuals for commuting purposes that can be attributed to the availability of green space in their surroundings |
| | Use | Reduced mortality | Avoided all-cause mortalities from enhanced health benefits due to the contribution to cycling (commuting) |
| | Use | Reduced costs from reduced mortality | Economic gains from reduced all-cause mortalities, based on the value of a statistical life |
| Property value | Use | Contribution to property value | Contribution by vegetation and open water to property prices |
| Urban cooling | Supply | Reduction in UHI effect | Contribution by vegetation and water to mitigation of the UHI effect |
| Urban health | Use | Reduced health costs | Reduction in health costs linked to the contribution by green space to mitigating the incidence of seven disease categories (i.e., cardiovascular diseases, musculoskeletal diseases, mental diseases, respiratory diseases, neurological diseases, digestive diseases, and a miscellaneous category) |
| | Use | Reduced visits to general practitioner | Avoided visits to general practitioners linked to the contribution of green space to improved health conditions |
| | Use | Reduced labor costs | Reduction in costs of absenteeism, reduced labor productivity, and job losses, linked to the contribution of green space to improved health conditions |
| Water storage | Supply | Reduced rainwater in sewers | Avoided rainwater in the drainage system due to water storage by vegetation |
| | Use | Reduced water treatment costs | Reduction in water treatment costs from avoided rainwater in the drainage system |

4つのシナリオ

(3つのグリーンインフラシナリオと現状維持シナリオ)

- 1) Green Neighborhoods: 住宅地周辺に緑地を新たに設置する
- 2) Green Network: 道路沿いに街路樹や緑地帯を設け、自転車やランニング等の機会を増やす
- 3) Urban Parks: 公園緑地を拡大する

現状維持シナリオにおける土地利用，緑地の分布

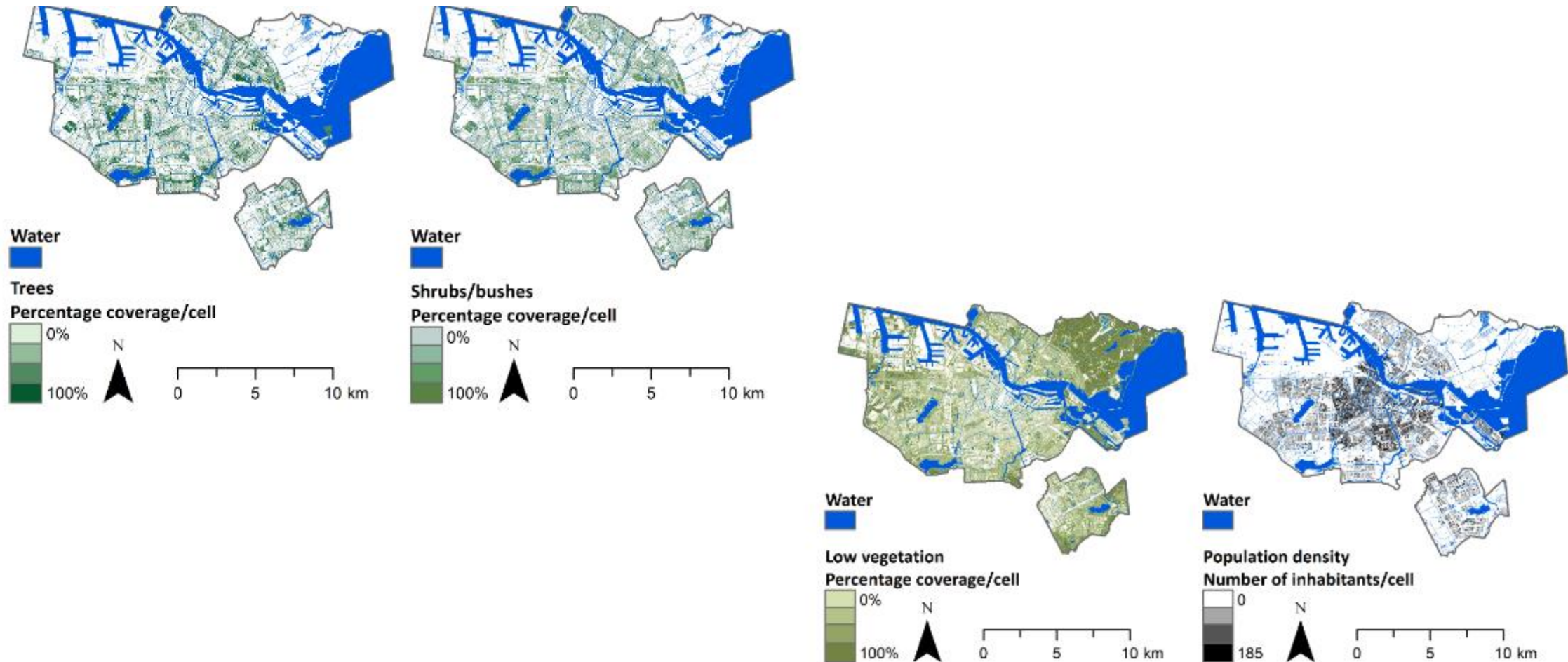
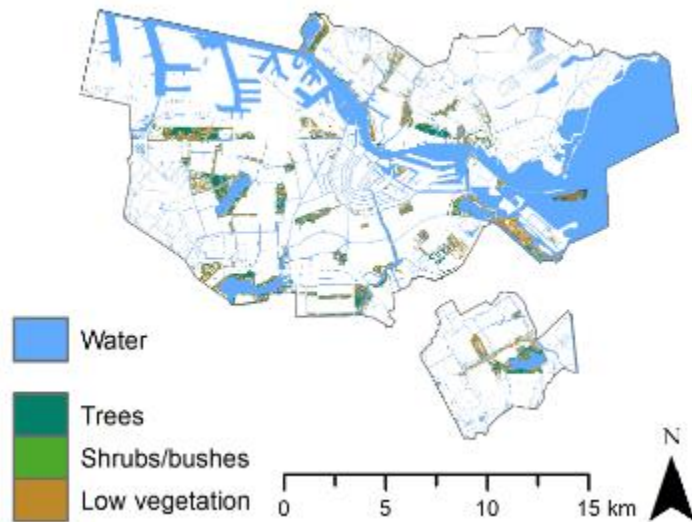


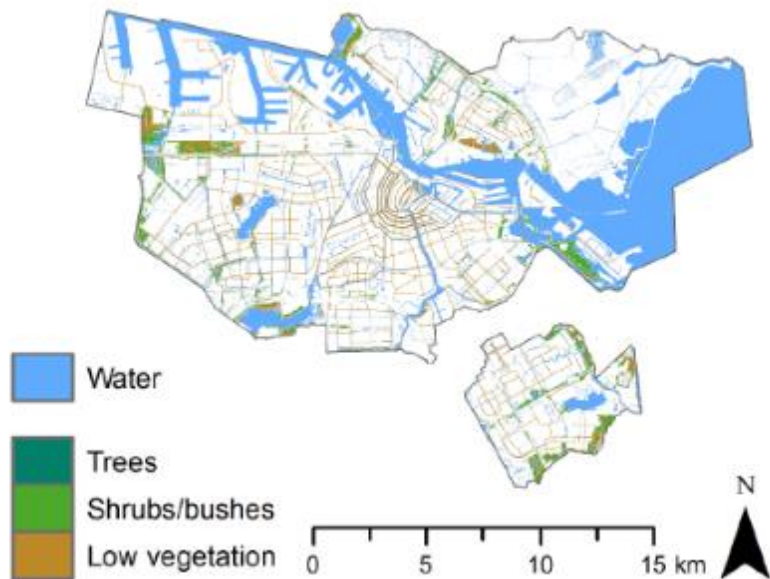
Fig. 3. Vegetation cover (percentage of trees, shrubs/bushes, low vegetation) and population density (number of inhabitants) per cell (10x10m) within the Business As Usual scenario (year = 2025). For each map, legends show quantile values. All quantile thresholds values are presented in the Supplementary Material (Table A3, Appendix C).

シナリオごとの緑地分布

a) Urban Parks



b) Green Network



c) Green Neighborhoods

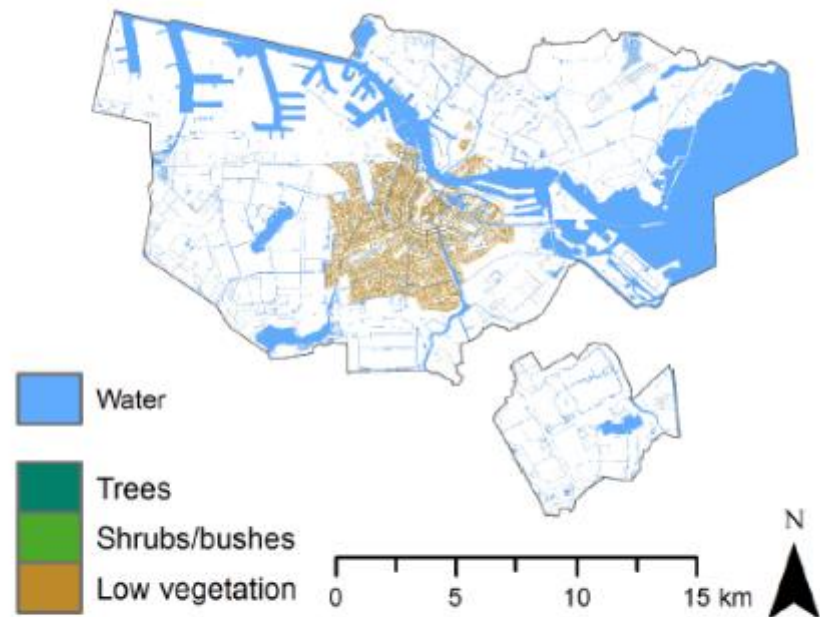


Fig. 4. Areas where new vegetation cover (i.e., trees, shrubs/bushes, low vegetation) is introduced for the Urban Parks, Green Network, and Green Neighborhood scenarios. Unshaded areas comprise areas where no value has been assigned.

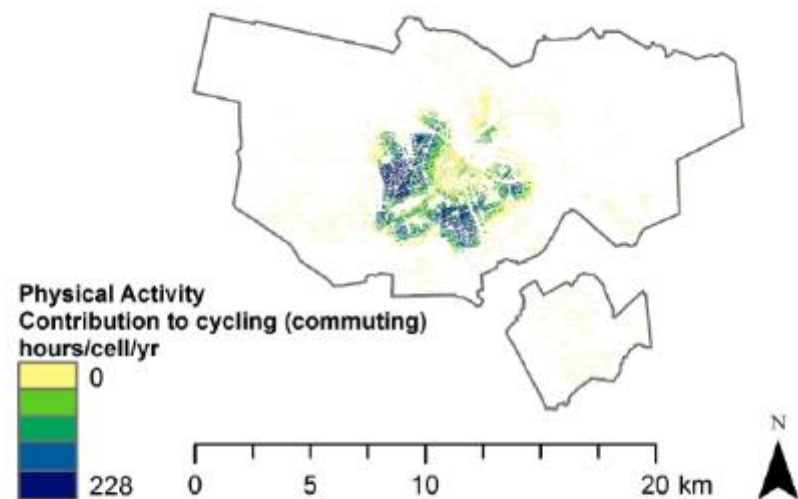
結果

Table 3

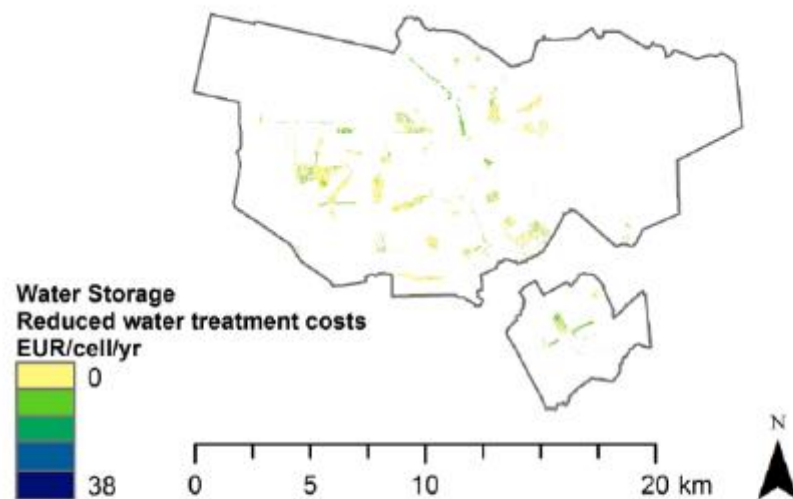
Total ecosystem service values for a Business As Usual scenario (year = 2025) and differences in values for three GI scenarios in reference to the Business As Usual scenario. Outlined in dark boxes are enclosed the highest increases in ecosystem service values per GI scenario per proxy indicator considered (i.e. supply or use).

| Ecosystem service model | Supply/ Use | Indicator | Unit | Total value | Difference in value (BAU as reference) | | |
|-------------------------|-------------|--|----------------------------|-------------------|--|---------------|-------------|
| | | | | Business As Usual | Green Neighb. | Green Network | Urban Parks |
| Air Quality Regulation | Supply | PM ₁₀ retention | thousand kg/yr | 98.6 | 2.9 | 8.1 | 3.3 |
| | Use | Reduced health costs | million €/yr | 4.8 | 0.1 | 0.4 | 0.2 |
| Physical Activity | Use | Contribution to cycling (commuting) | thousand hours/yr | 54 | 8 | 5 | 2 |
| | Use | Reduced mortality | lives/yr | 19 | 3 | 2 | 1 |
| | Use | Reduced costs from reduced mortality | million €/yr | 42 | 6 | 4 | 2 |
| Property Value | Use | Contribution to property value | billion € | 6.36 | 0.10 | 0.08 | 0.02 |
| Urban Cooling | Supply | Reduction in UHI effect | °C | 1.78 | 0.00 | 0.01 | 0.04 |
| Urban Health | Use | Reduced visits to general practitioner | thousand visits/yr | 23 | 3 | 2 | 1 |
| | Use | Reduced health costs | million €/yr | 20 | 3 | 2 | 1 |
| | Use | Reduced labor costs | million €/yr | 96 | 13 | 9 | 4 |
| Water Storage | Supply | Reduced rainwater in sewers | million m ³ /yr | 17.6 | 1.2 | 1.4 | 0.8 |
| | Use | Reduced water treatment costs | million €/yr | 13.8 | 0.9 | 1.1 | 0.6 |

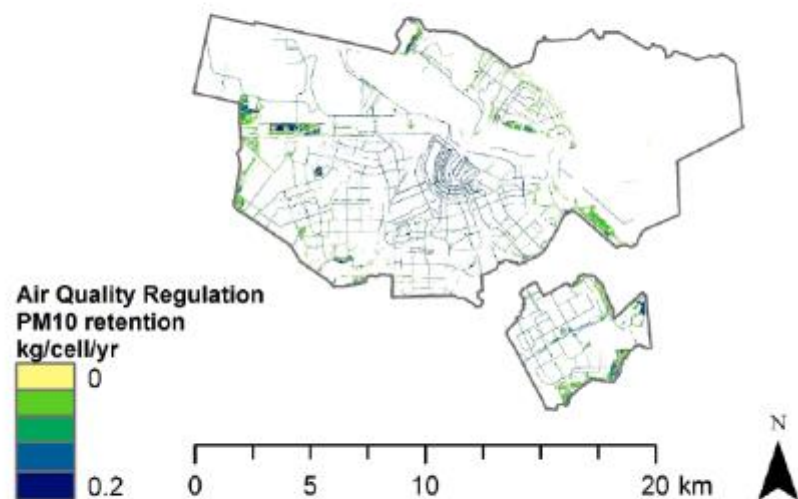
a) Green Neighborhoods



b) Urban Parks



c) Green Network



d) Urban Parks

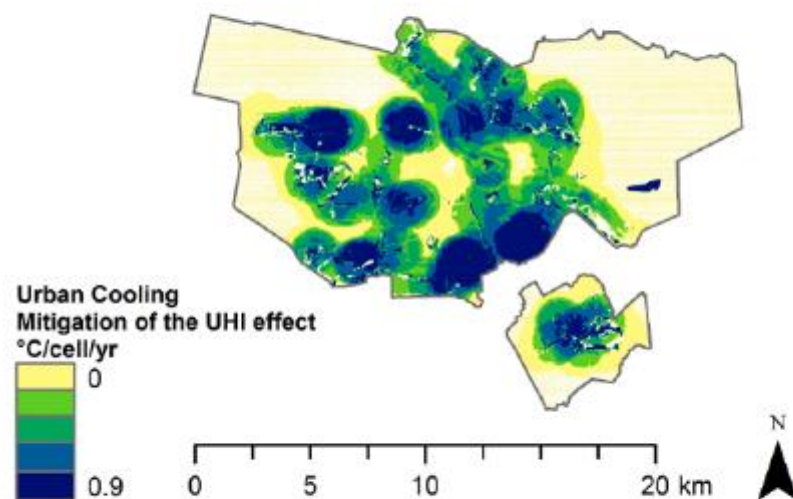


Fig. 5. Changes in the performance of four ecosystem service supply and use for different scenarios in reference to the Business As Usual scenario (cell size = 10x10m). For each map, legends show quantile values. All quantile thresholds values are presented in the Supplementary Material (Table A4, Appendix C). Unshaded areas comprise areas where no value has been assigned. Additional maps displaying changes in the distribution of ecosystem service supply and use across scenarios, see Supplementary Material (Appendix D).

シナリオ（異なる土地利用）ごとの比較

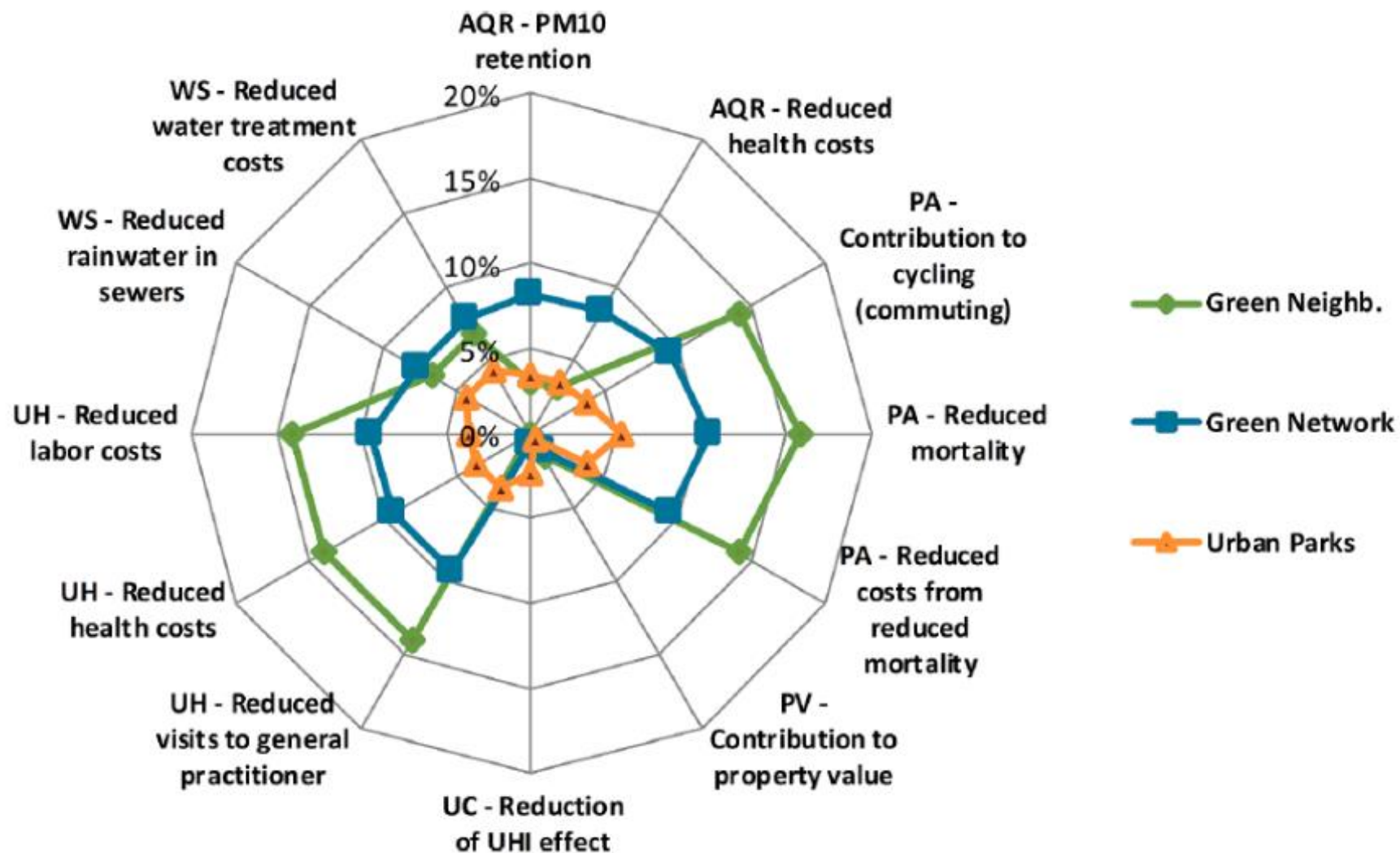


Fig. 6. Total relative change (percentage increase) in ecosystem service values per GI scenario in reference to the Business As Usual scenario. AQR = Air Quality Regulation; PA = Physical Activity; PV = Property Value; UC = Urban Cooling; UH = Urban Health; WS = Water Storage. Detailed statistics on percentage changes per indicator and heterogeneity across scenarios, are presented in the Supplementary Material (Table A5, Appendix C).

水田グリーンインフラの評価手法の開発に貢献

- 必ずしもレーダーチャートである必要はないが、同様の手法により、評価指標の統合化を検討する
- 欧州の生物多様性戦略2030やFarm to Fork戦略に対応する日本（もしくはアジア全般の稲作地帯の）版の持続可能な農業政策の確立に貢献