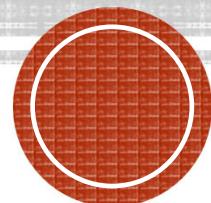


自然資本評価に対する環境経済 學的アプローチ

ESRI政策フォーラム 2024年10月17日

佐藤 真行

神戸大学 人間発達環境学研究科



資本としての自然

- 人間社会に恩恵をもたらす資源ストック
 - 再生可能資源
 - 枯渇性資源
- 生産のインプットに用いられるもの
 - 市場経由
 - 「私的財」：明示的な価格（explicit price）があり，評価が比較的容易。
- 自然の機能が人間社会に直接資するもの
 - 市場外 “Externality”
 - 「生態系サービス（Ecosystem Services）」 「自然の恵み（Nature's Contribution to People）」
 - 「公共財」：影の価格（shadow price）をもち，評価理論・評価技術が必要。

包括的な資本と持続可能性

- 資本の概念を幅広く捉え、人的資本や自然資本も福祉の源泉と考える。

包括的な資本=人工資本+人的資本+自然資本

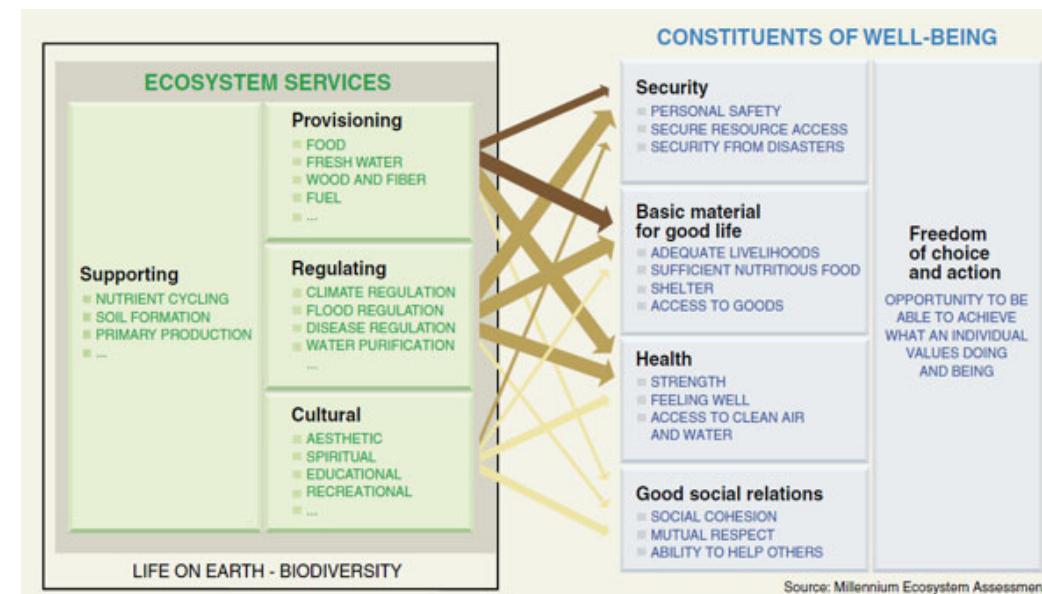
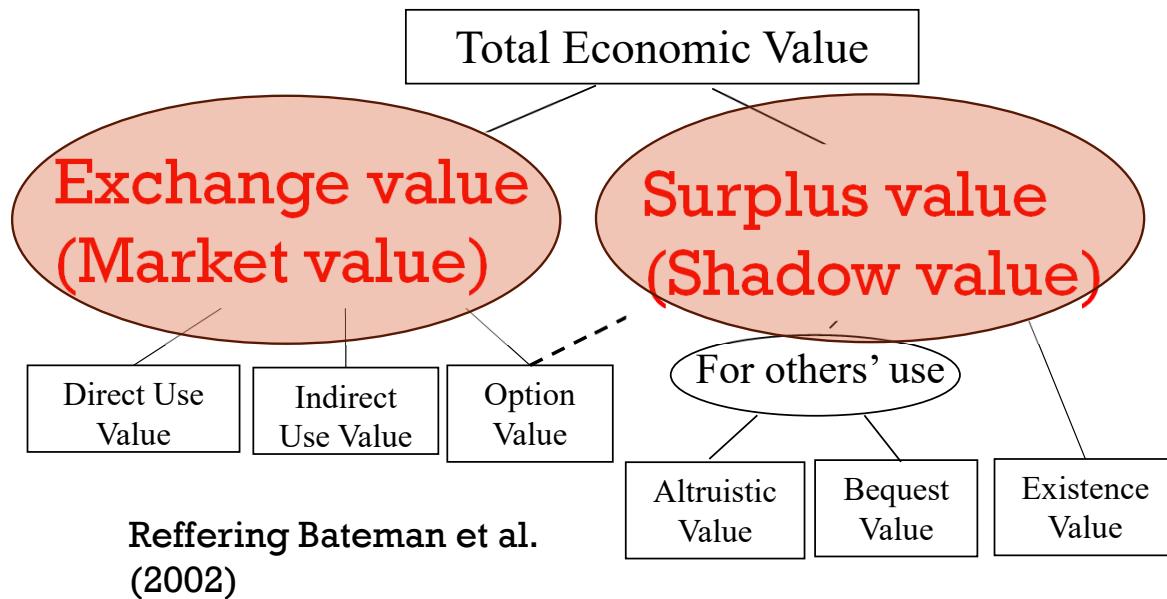
- 包括的資本が減少していれば持続不可能と判断する指標



- 自然資本評価の必要性。
- 世界銀行のAdjusted Net Savingsも類似した指標。
 - *Adjusted net savings are equal to net national savings plus education expenditure and minus energy depletion, mineral depletion, net forest depletion, and carbon dioxide and particulate emissions damage. (Ref: World Bank DataBank)*

自然資本の経済価値

- 環境の外部的価値（市場を通じない価値）をいかに評価するか？



- どの価値まで評価するかによって、大きく異なる。
 - 生態系サービスは世界全体で年間33兆ドルと推定された例もある。（Cotanza et al. 1997, *Nature*）
- どの価値まで評価するかは、プロジェクトによって異なる。

出典：ミレニアム生態系評価

環境の経済評価の発展

- 環境経済学における評価手法の研究
 - 顯示選好法 (Revealed Preference Methods such as Travel Cost Method, Hedonic Pricing)
 - 表明選好法 (Stated Preference Methods such as Contingent Valuation, Choice Modelling)
 - 置換法(Replacement method)
 - 便益移転(Benefit Transfer)
 - その他, Social Cost of Carbonの推定など関連する評価手法
- 自然資本評価プロジェクトの進展
 - 2005年 ミレニアム生態系評価
 - 2010年 TEEB報告書, Stern Review
 - 2019年 Dasgupta Review
- OECD, United Nations, World Bankなどの国際機関によるデータ集約

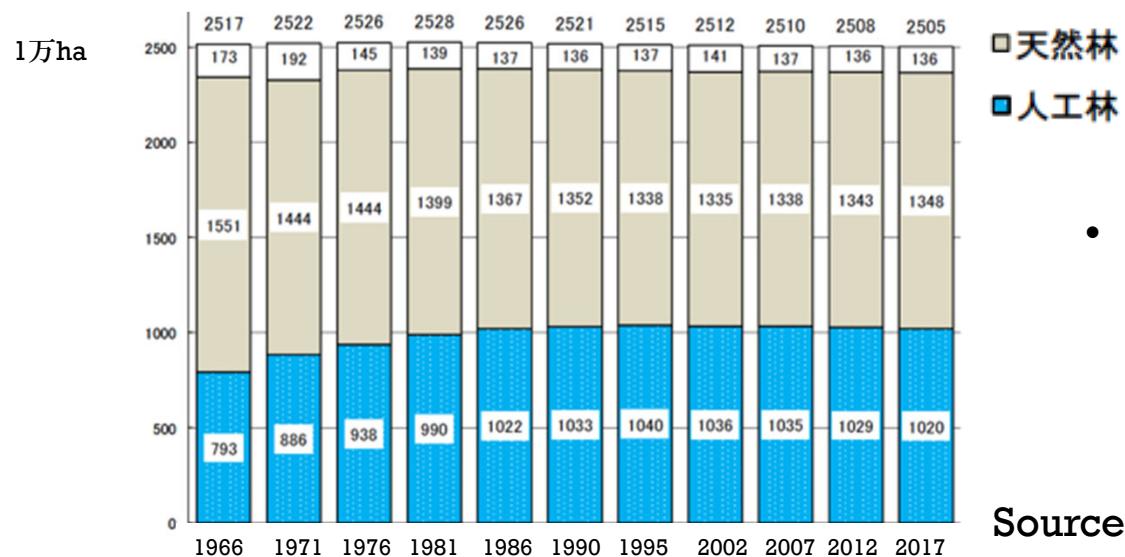
日本における自然資本の経済評価の一例

- 評価対象：日本の重要な生態系サービス源
 - 森林
 - 湿地
 - 沿岸・海洋の一部
- 価値評価
 - 交換価値と余剰価値の両方で貨幣評価
 - 原単位評価
 - 属性別（生態系サービス別）評価

森林ストック評価の例

日本の森林資源

- 先進国で**第3位**の森林被覆率
 - 1位: フィンランド 72.9%
 - 2位: スウェーデン 68.7%
 - 3位: 日本 68.5%
- 森林面積は経済成長期を通じてThe size has been **ほぼ一定**.

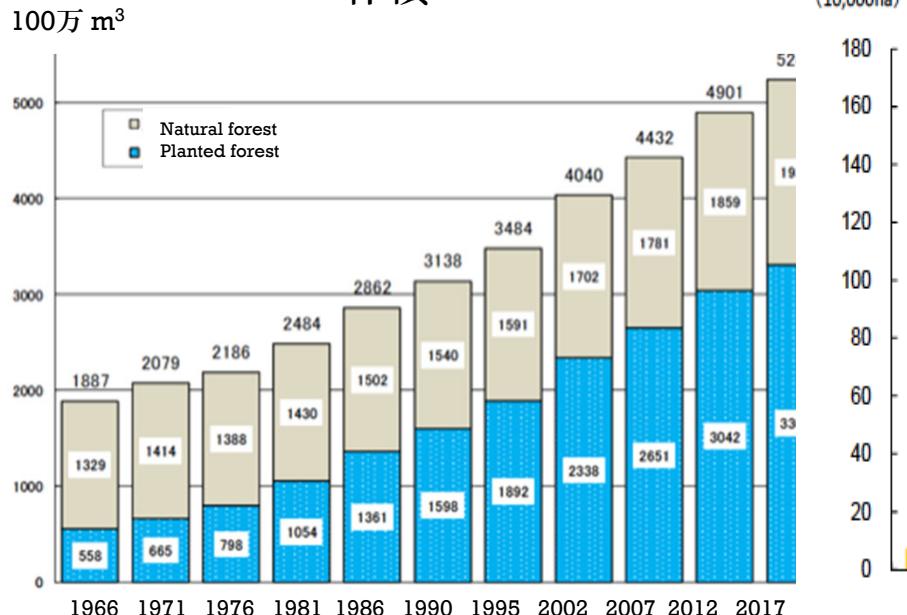


- 森林面積は過去150年にわたって安定している (Nishikawa and Himiyama 2005).

Source: Forest resource status survey 2017

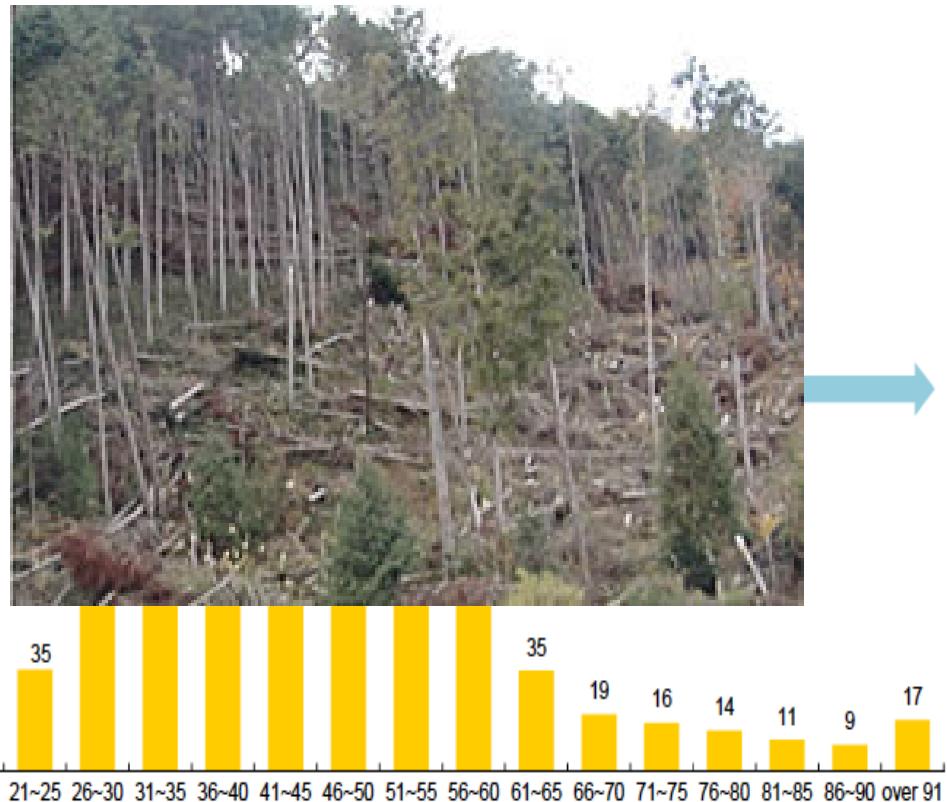
日本の森林管理

体積



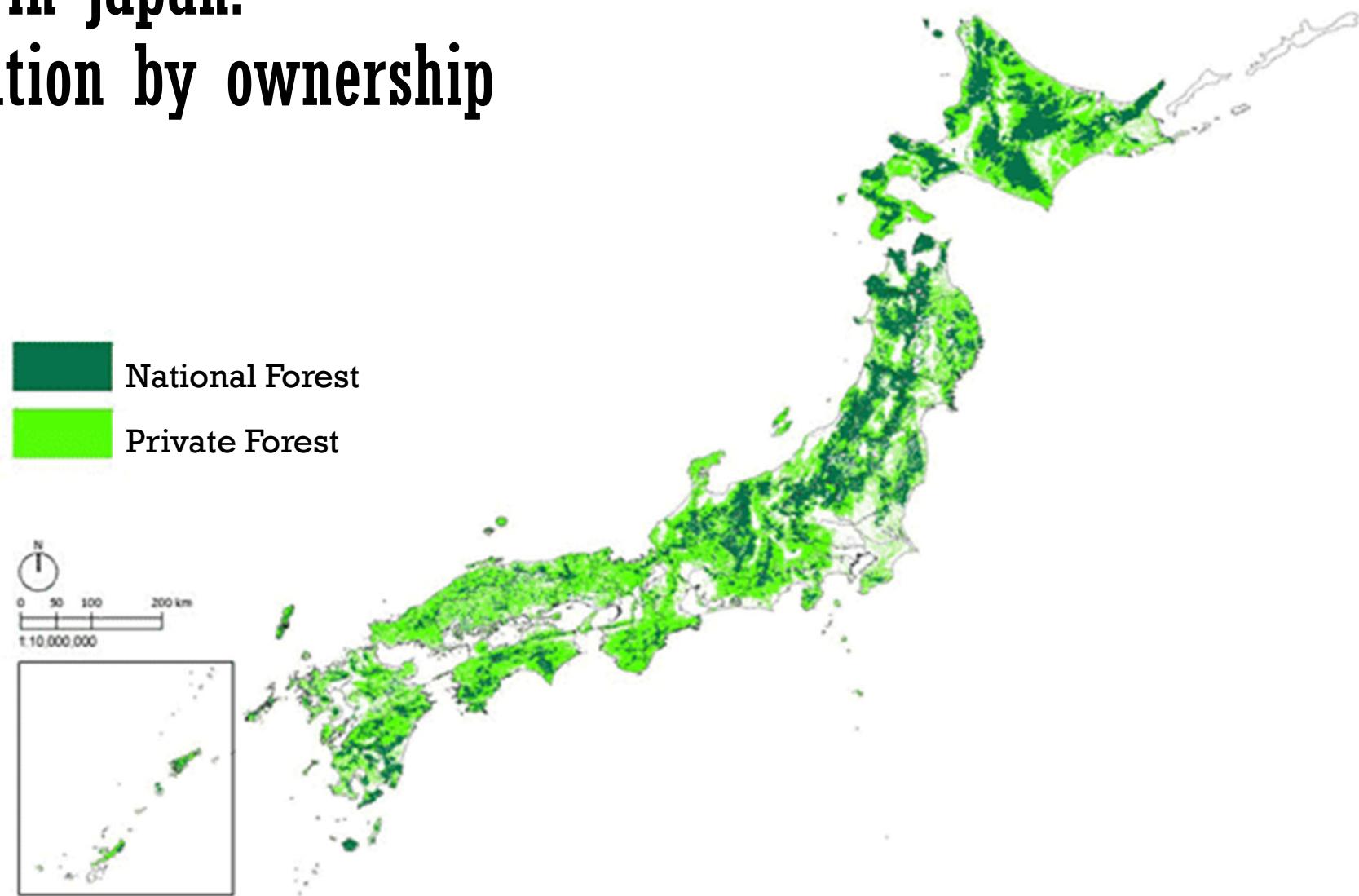
Source: Forestry Agency, Forest Resource Status Survey 2017

- 輸入材が増え、国産材の消費が減った
- 国内の林業が衰退した
- 日本の森林は利用と管理の不足により **高齢化** した
- 間伐の遅れなどにより森林の生態系サービスは劣化した



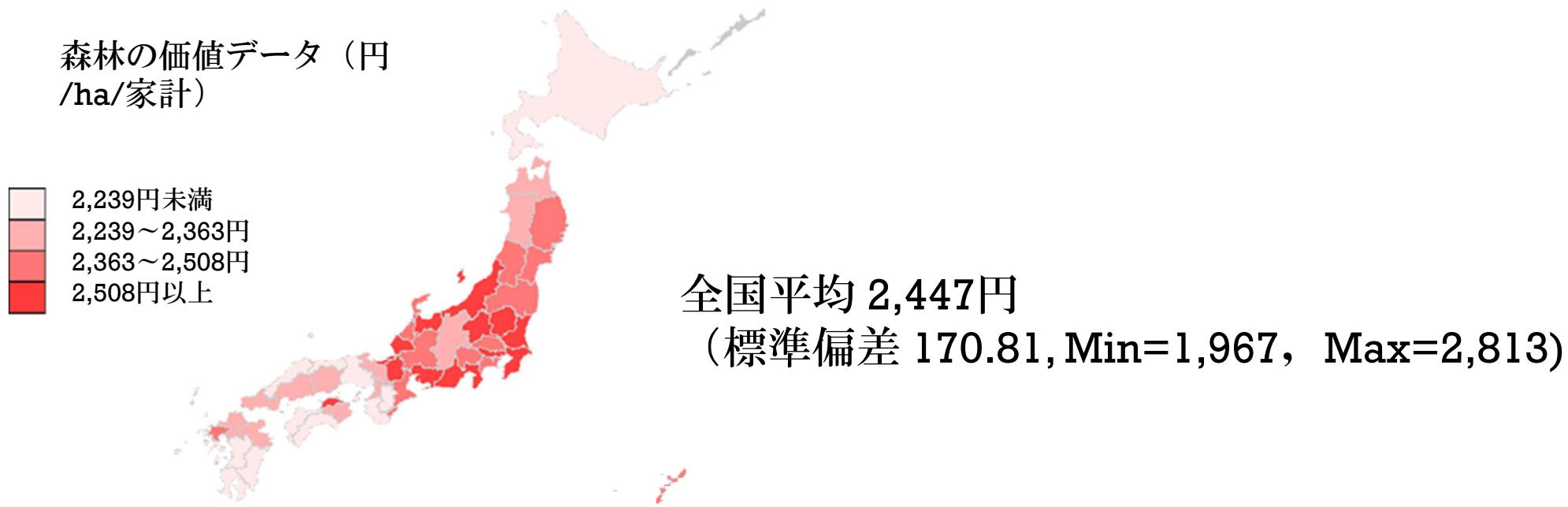
Source: Annual report on Forest and Forestry in Japan, MAFF

Forests in Japan: distribution by ownership



ミクロデータを用いた余剰価値評価

- 日本全国からのランダムサンプリング
- 支払カード型CVMによる1haあたりのWTP推計（年間負担額）



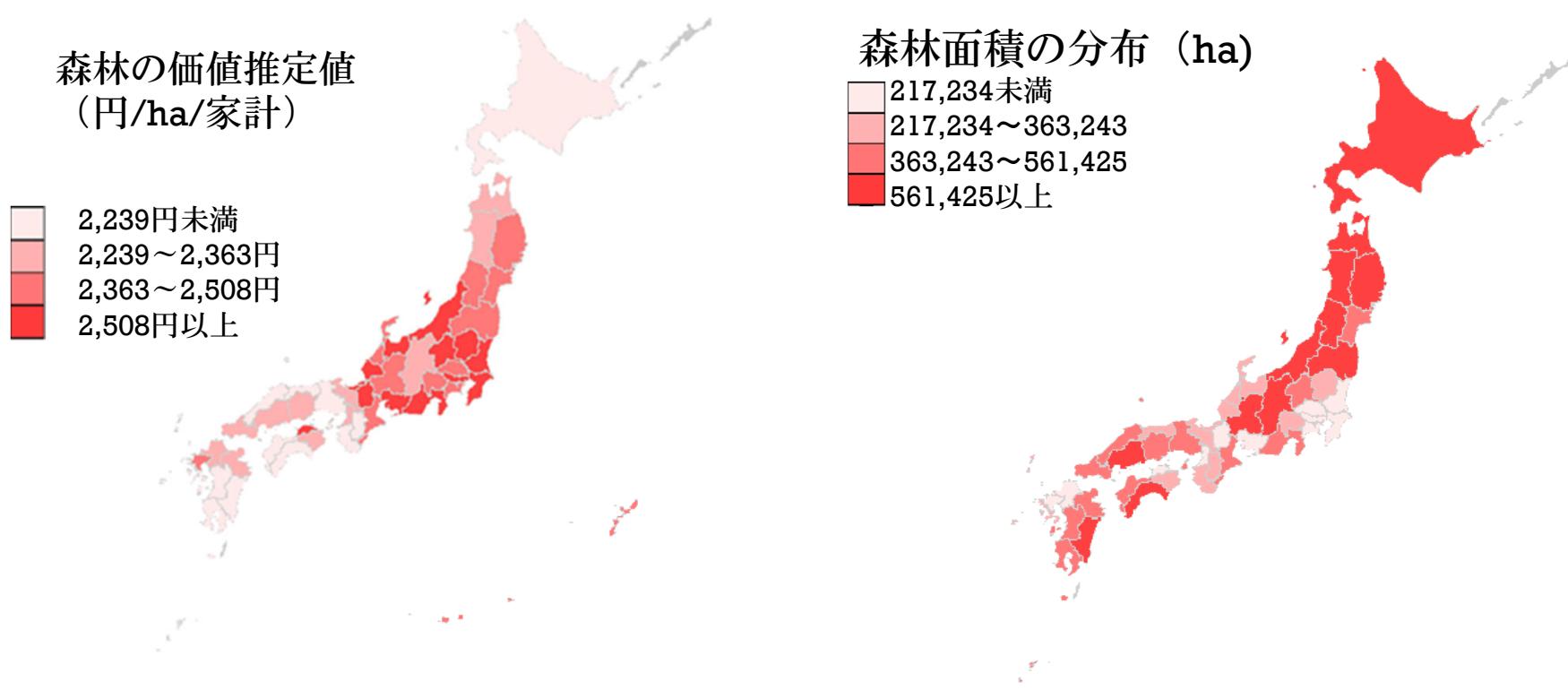
メタ分析

- 森林 1 ha に対する余剰価値 (WTP／年間, 世帯)
- 樹種の考慮
 - 広葉樹・針葉樹 → 広葉樹林率 (多様性に関連)
 - 人工林・天然林 → 天然林率 (固有性, 生産性に関連)
 - 森林被覆率
 - 樹齢 (間伐の遅れ, 状態に関連)
- 社会経済変数
 - 世帯所得 (千円)
 - 人口構造 → 性別・年齢

$$\begin{aligned} \text{WTP(円/ha/世帯)} = & 2878.91 *** + 710.98 *** \times \text{広葉樹林率} - 348.78 *** \times \text{天然林率} \\ & - 199.21 *** \times \text{森林率} - 9.274 *** \times \text{樹齢} \\ & + 0.14 *** \times \text{世帯所得} - 355.61 *** \times \text{女性率} - 19.89 *** \times \text{年齢} \end{aligned}$$

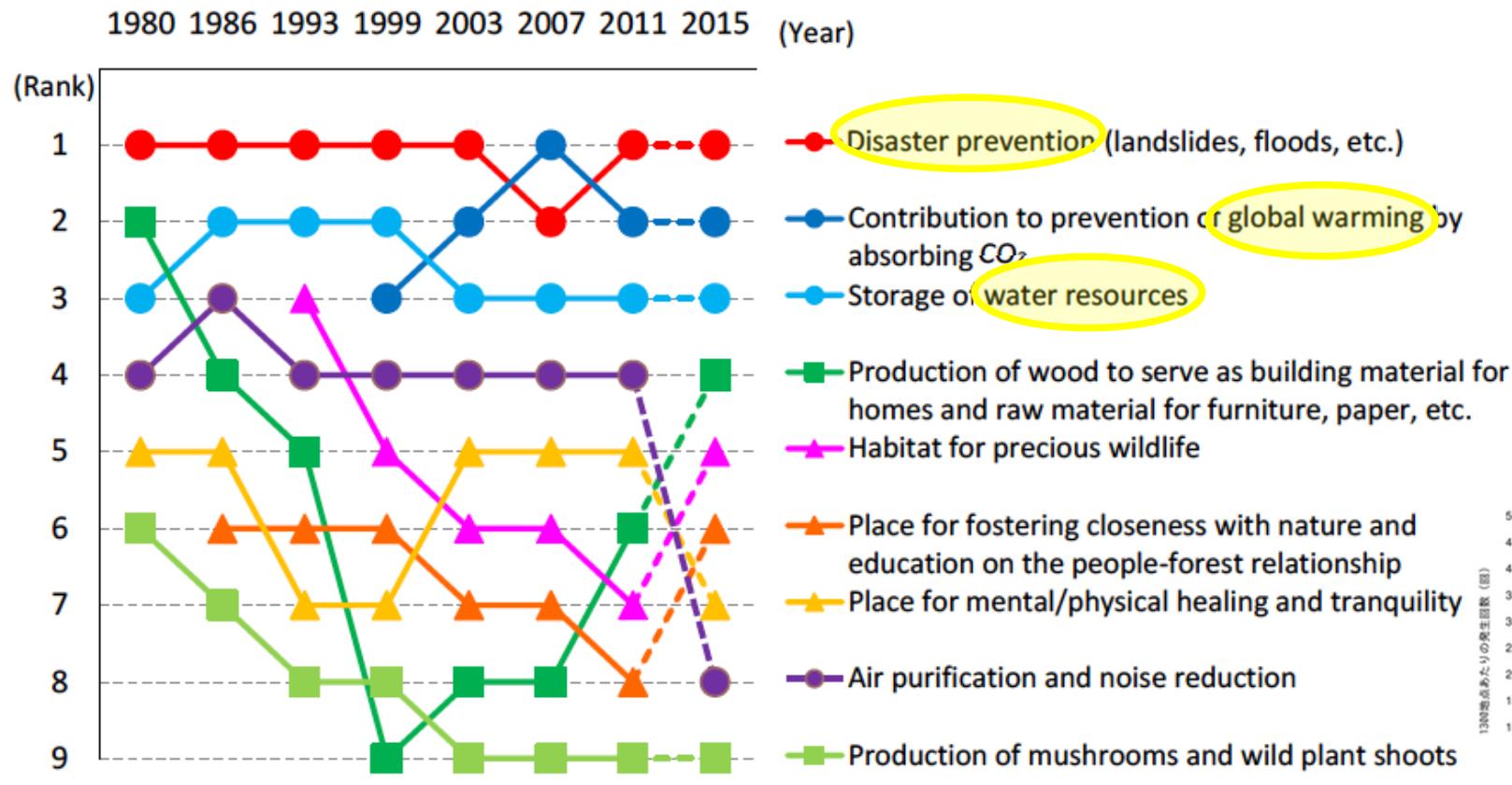
森林の余剰価値評価

- 都道府県別の森林データ・社会データの外挿
- 都道府県別の森林価値の原単位（1haあたりの価値）の計算
- 都道府県別の森林の量的データとの合算



森林機能（生態系サービス）ごとの評価

人々が期待する森林の機能（農林水産省による調査）

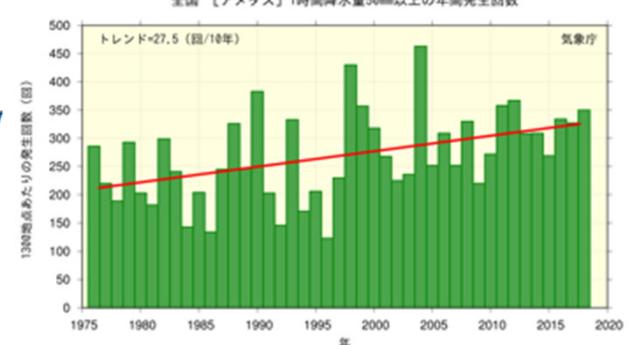


Source: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan

Increasing frequency of extremely heavy rain
Source: Japan Meteorological Agency



Disastrous heavy rain in west of Japan in 2018. Source: Nikkei



森林の属性別余剰価値評価

- 部分プロファイル選択型実験による推定
- 各機能に対する限界WTP (JPY/year, household)

	北海道・東	南関東	北関東・甲	北陸	東海	近畿	中国	四国	中国・四国	九州
水資源を蓄える働き	32.2	48.2	31.3	40.1	38.2	38.6	38.6	42.2	36.7	37.5
山崩れや洪水などの災害を防止する働き	33.8	47.3	39.7	34.0	38.7	40.9	40.9	30.2	34.2	41.1
二酸化炭素を吸収し、地球温暖化防止に貢献する働き	33.3	46.9	42.1	32.7	37.6	37.7	37.7	43.0	39.6	35.6
野生動植物の生息の場を与え、生態系を保全する働き	23.4	36.6	31.4	25.6	29.8	30.7	30.7	14.9	24.4	34.5
木材を生産する働き	20.7	31.4	26.4	27.4	22.9	28.5	28.5	26.7	27.8	25.1
観光や、登山やハイキングなどの場を提供する働き	17.0	24.0	19.5	23.0	22.8	27.0	27.0	-3.4	12.8	23.9

地方	都道府県
北海道・東北	北海道・青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島
南関東	埼玉・千葉・東京・神奈川
北関東・甲信	茨城・栃木・群馬・山梨・長野
北陸	新潟・富山・石川・福井
東海	岐阜・静岡・愛知・三重
近畿	滋賀・京都・大阪・兵庫・奈良・和歌山
中国・四国	鳥取・島根・岡山・広島・山口・徳島・香川・愛媛・高知
九州・沖縄	福岡・佐賀・長崎・熊本・大分・宮崎・鹿児島・沖縄

- ・ 南関東はいずれのサービスにも高い評価（所得効果）
- ・ 水源機能は北陸や四国で高く評価されている
- ・ 九州では国土保全が相対的に高い

森林の交換価値推計

- 生産関数(Directional Distance Function)に基づく交換価値推計

(Fujii, Sato and Managi 2017)

- 林業を対象に、森林面積が事業総利益に与える限界的影響を推定。
- 複数の投入要素を用いた生産効率性を計測。



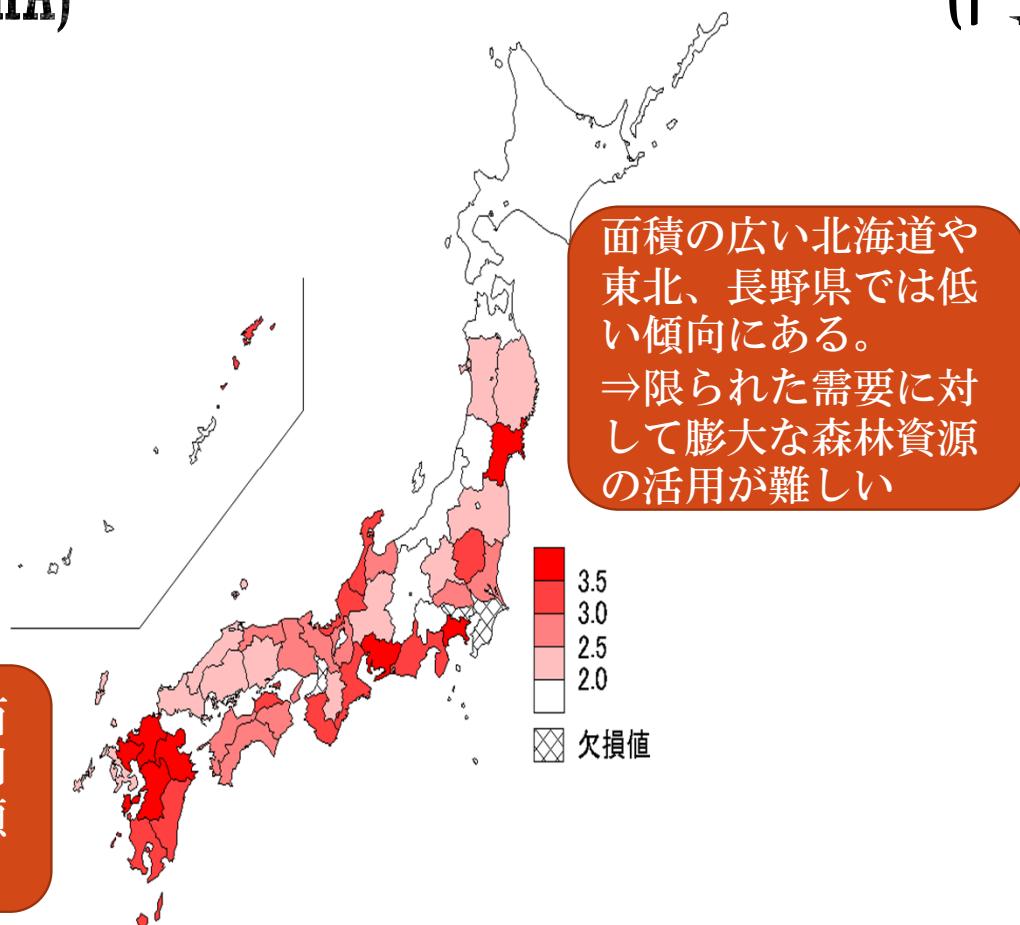
- Shadow priceの変化は生産効率性(市場競争力)の変化を反映しており、森林の市場的価値の変化と解釈できる。

生産関数の推計に利用したデータ

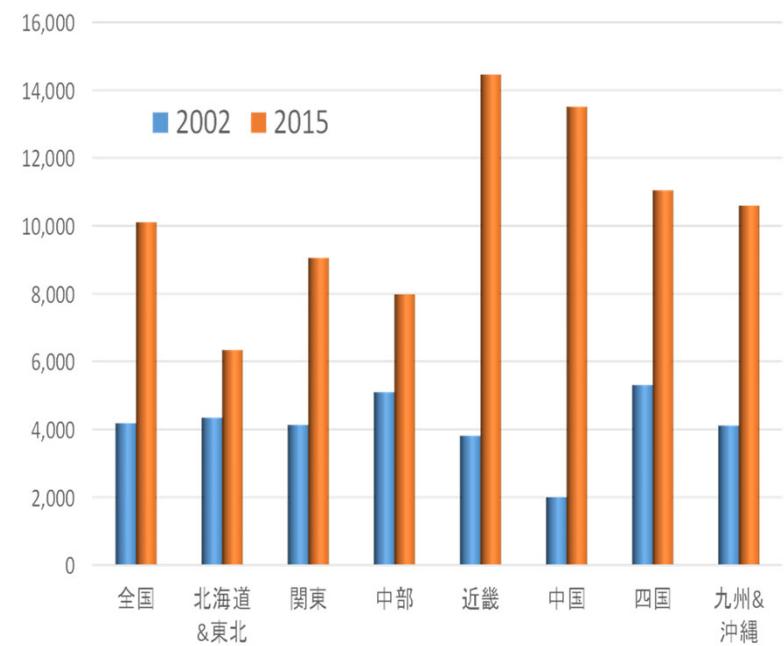
	変数名(単位)[変数コード]	データ出典
産出財	事業総利益(円)[Profit]	損益計算書
投入財	有形固定資産(円)[Capital]	貸借対照表
投入財	人件費総額(円)[Labor]	損益計算書
投入財	人件費を除いた事業管理費(円)[COGS]	損益計算書
投入財	森林面積(ha)[Forest]	地区内森林面積

データはすべて農林水産省が公表する「森林組合一斉調査」の森林組合統計(http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sinrin_kumiai/)より取得している。また、金額データは総務省統計局の価格指数を用いて2011年価格に基準化を行っている。

2015年の事業総利益/森林面積 (1000円/HA)



森林面積のSHADOW PRICEの推移 (円/HA)



西日本では、中国の木材需要の高まりによる市場価値の向上

交換価値と余剰価値の大きな乖離

- 交換価値は所有者のみに帰属する私的財的性質をもつ。
- それに対して非利用価値を含む余剰価値は公共財的性質をもつ側面があり、受益者数を乗じると大きな金額になる。
- 自然資本（今回の例では森林ストック）の価値をどのように定義するかによって価値評価の結果に大きな差異をもたらす。

論点

- GDPを調整するという目的のためには、余剰を含まないほうが整合的に見える。
- しかしながら、公共財的性質を持つ環境の価値を、非市場価値を含まない交換価値のみで評価することは受け入れられるか？
- 環境経済学で展開されてきた環境の経済評価論を、グリーンGDP関係の議論のなかでどのように位置づけるか？

COMMENTS AND QUESTIONS

■ 境界設定について

GDPなどの行政境界で計測される社会的経済変数と、生態系やCO₂のように境界もたないあるいは行政境界とは異なる要因をどのように整合させるか。集計単位、集計範囲の問題。漁業資源などは動くので、どこで計測するのか。また、Global Public Goods/Badsはどう扱うか。

■ EAMFPの含意

MFPあるいはTFPに含まれる技術進歩・効率改善のうち、省エネ・省資源のような環境技術もEAMFPでは考慮されるのか。しかし通常の生産技術進歩と環境技術進歩の区別は容易ではないと思われる。EAMFPで測定されているものは何なのか。GPP growthに寄与しているものなのか、あるいは汚染削減に寄与しているものなのかを区別できるか？ EAMFPを増進するメカニズム？

■ Pollutantsの取り扱い

フロー変数としてGDP（フロー）の調整に使うのではなく、負の価値を持つストック（Natural capital with negative value）として取り扱うべきではないか？CO₂を始め多くのpollutantsはストックとして次期以降もマイナスの影響を及ぼし続けるストック型汚染である。

20

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION.

Masayuki Sato

Graduate School of Human Development and Environment

Kobe University