

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月24日現在

機関番号：33917

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010年度～2011年度

課題番号：22810006

研究課題名（和文） 経済のグローバル化が再生可能資源に及ぼす影響に関する研究

研究課題名（英文） Effects of Economic Globalization on Renewable Resources

研究代表者

鶴見 哲也（TSURUMI TETSUYA）

南山大学・総合政策学部・講師

研究者番号：50589364

研究成果の概要（和文）：

貿易の自由化は途上国においては森林資源を減少させるが、先進国においては森林資源を逆に増大させる効果を持つことが明らかになった。このことは、すでに森林資源の減少が問題となっている途上国において経済のグローバル化が森林減少をさらに悪化させることを意味している。また、水資源利用量に関して、1%の貿易自由化は世界平均で水利用量を2.471%減少させることが明らかになった。一方で水不足は経済成長を鈍化させることも明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

I find that an increase in trade openness increases deforestation for non-OECD countries while slowing down deforestation for OECD countries. This implies that, in developing countries where deforestation is already serious, the globalization accelerates deforestation. Concerning water resources, my results show that: firstly, an increase in trade openness decreases the withdrawal of water resources in -2.471% on average; and secondly, economic growth is possibly restricted by the scarcity of water resources.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,230,000	369,000	1,599,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,230,000	669,000	2,899,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：経済のグローバル化、森林、水、経済成長

## 1. 研究開始当初の背景

1997年に水に関する初の世界会議「世界水フォーラム」が開催され、2000年には国連ミレニアムサミットで「2015年までに飲料水を利用できない人口と衛生施設を利用できない人口を半減する」というミレニアム開発目標が設定された。現在、世界では約24

億人が水不足に苦しんでいると言われる。水不足を表す指標として「水ストレス（水資源賦存量に占める取水量の割合）」が用いられるが、この指標によれば中国北部、インドパキスタン国境地域、中東、および米国中西部の水ストレスが高いとされる。また、将来に関しても地球温暖化の影響により、2041年

から 2060 年の河川流量は地域によっては 1900 年から 1970 年の平均と比較して 40% 以上変化することが示唆されている (IPCC 第 4 次評価報告書)。しかし、人口増加や経済発展による水需要の増加もあるため増加する地域においても水ストレスが緩和されるとは限らないことに注意が必要であり、水不足に直面する人口は現在の 24 億人から 2075 年には 40 億人以上に増えると推計されている (Oki, T. and S. Kanae, 2006)。

一方で、世界的な森林の減少は 21 世紀になっても歯止めがかからずにいる。森林は熱帯林を中心に年間約 1290 万 ha 減少している (FAO 世界森林資源評価)。アジアでは中国の大規模な植林などの成果もあり、一部で森林面積が増える傾向がみられているものの、東南アジアなどの熱帯地域では、南米やアフリカの熱帯地域と同様に森林の減少が加速している。実質的に森林面積が増加をしている地域はアジアとヨーロッパのみである。京都議定書の CO<sub>2</sub> 吸収減として期待される森林の減少は地球温暖化を防ぐうえで大きな痛手である。

## 2. 研究の目的

本研究は貿易の自由化が経済および環境に与える影響を明らかにすることを目的としている。反グローバリズム運動に代表されるが、自由貿易は経済学者以外の人々から社会と環境にマイナスの影響を与えるとしてしばしば批判される。その一方で、貿易障壁の撤廃に経済的便益があることは、経済学者の間ではコンセンサスとなりつつある (たとえば、コペンハーゲン・コンセンサス 2008)。しかし、この便益によって経済全体の富が拡大されたとしても、便益は均等に配分されるわけではなく、一部の発展途上国には事実上マイナスの効果を持ちうるとの批判がなされていることにも注目する必要がある。環境についても同様に申請者らのこれまでの研究で、物質ごとに、そして先進国と途上国とで、自由化が与える影響には違いが生じることが示唆されている (Managi et al., 2009)。以上より、貿易自由化にはプラスの面とマイナスの面があり、両者を正しく認識したうえで、政策を実行に移す必要があると考えられる。この点を本研究は明らかにする。世界的な不況の現在、安易な保護主義に向かうことを避ける意味でもこうした正しい認識は重要と考えられる。

## 3. 研究の方法

(1) 貿易が環境に及ぼす効果を考えるときには、貿易の持つ直接効果だけでなく、いくつかの間接効果も考慮する必要がある (Grossman and Krueger (1993))。すなわち、貿易が環境に及ぼす全効果には規模効果、技

術効果そして構造効果の三つがあり、それらを全て含めて議論を行う必要がある。

一つ目の規模効果は、貿易の自由化によって生じる生産量の増加が環境負荷を増大させる効果である。この効果は経済規模 (すなわち生産量) の拡大が環境に悪影響を与える要因として理解される。二つ目の技術効果は、生産方法 (技術) の向上によって単位生産量あたりの環境負荷が低下することによる効果を意味している。この技術効果は所得の増大が環境に好影響を与える要因として捉えられる。三つ目の構造効果は、生産する製品の国内構成比が変わることを表している。経済発展の過程で農業や繊維産業等の労働集約的な財に特化する段階から資本集約的な財を扱う段階へ産業構造が変化することは環境負荷を高めると理解される。また、仮にサービス産業や IT 産業が台頭すれば逆に負荷は低減されると考えられる。

以上を実証可能な形でモデル化を行ったのが Antweiler et al. (2001) である。本研究はこの Antweiler et al. (2001) のモデルを修正した Managi et al. (2009) に従い、貿易変数と所得変数を内生化したモデルを構築する。

(2) 所得モデルは以下の通りである。

$$\ln S_{it} = c_3 + \gamma_1 \ln S_{it-1} + \gamma_2 \ln T_{it} + \gamma_3 \ln (K/L)_{it} + \gamma_4 \ln P_{it} + \gamma_5 \ln Sch_{it} + \varepsilon_{3it} \quad (a)$$

この式は、所得水準の決定要因に教育等の人的資本が影響すると考える内生的経済成長論 (Barro, 1998) を基にしている。 $S$  は一人当たり GDP、 $T$  は貿易依存度 ((輸出+輸入)/GDP)、 $K/L$  は資本労働比率、 $P$  は人口 (人)、 $Sch$  は就学年数 (年) である。他の変数はすでに定義したとおりである。

ここで、貿易依存度は経済規模に影響を受ける可能性があり、経済成長に関する先行研究でしばしばその内生性の問題が指摘されてきている。そこで本分析では Managi et al. (2009) にならい、重力モデルを用いて貿易依存度の操作変数を作成し、(a) 式の分析の際の追加の操作変数として用いている。用いている手法は System GMM である。

(3) 森林に関するモデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned} \ln D_{it} = & c_1 + \alpha_1 \ln D_{it-1} + \alpha_2 S_{it} + \alpha_3 [S_{it}]^2 \\ & + \alpha_4 (K/L)_{it} + \alpha_5 [(K/L)_{it}]^2 + \alpha_6 (K/L)_{it} \cdot S_{it} \\ & + \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (RK/L)_{it} \cdot T_{it} + \alpha_9 [(RK/L)_{it}]^2 \cdot T_{it} \\ & + \alpha_{10} RS_{it} \cdot T_{it} + \alpha_{11} [RS_{it}]^2 T_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it} [RS_{it}] T_{it} \\ & + \alpha_{13} popd_{it} + \alpha_{14} popg_{it} + \alpha_{15} inst_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{lit} = \eta_{li} + \nu_{li} \quad (b)$$

ここで  $i$  は国、  $t$  は年を示す。  $c_1$  は定数項である。また、誤差項  $\varepsilon_{lit}$  は個別効果  $\eta_{li}$  とその他の要因  $\nu_{li}$  からなる。  $D_{it}$  は森林減少率、  $RS$  は当該国の一人当たり GDP を世界平均のそれで割ったもの、  $RK/L$  は当該国の資本労働比率を世界平均のそれで割ったものを表わしている。なお、このモデルでは非線形の関係性を捉えるために二乗項を含めている。また、交差項を含めることにより、貿易自由化が環境負荷に及ぼす影響が、所得水準や資本集約度によって異なる点を考慮に入れている。  $popd$ 、  $popg$  そして  $inst$  は森林減少率に関する先行研究で用いられてきているコントロール変数であり、それぞれ人口密度、人口成長率、民主化指標を示している。

(b) 式の、第 3 項と第 4 項は、規模・技術効果の正味の効果を表わす項であり、第 5 項から第 13 項は構造効果を表わす項である。特に、第 9 項から第 13 項は、貿易の自由化の進展が構造効果に及ぼす影響、すなわち貿易誘発的な構造効果を表わす項となっている。なお、第 8 項から第 13 項において貿易誘発的な構造効果が、  $RK/L$  や  $RS$  によって決定されるのは、(1) 比較優位は国の間の相対的な要素賦存度によって決定される、(2) 各国の環境・エネルギー政策の相対的な差が比較優位に影響を及ぼす、ことに起因している。

(b) 式においても貿易依存度の内生性の考慮が必要となる。したがって、(a) 式と同様に、貿易依存度の操作変数を作成し、その操作変数を (b) 式の分析の際に用いている。一方、所得変数も内生性の問題がしばしば指摘されるため、本研究では (a) 式の予測値を作成し、その値を追加の操作変数として (b) 式の推計に用いている。なお、(b) 式の推計には system GMM を用いている。

#### (4) 貿易自由化の全効果弾力性 (森林)

$\sigma_{ST}^S$ 、  $\sigma_C^S$ 、  $\sigma_T^S$  をそれぞれ、短期の貿易誘発的規模・技術効果弾力性、貿易誘発的構造効果弾力性、全効果弾力性、そして  $\sigma_{ST}^L$ 、  $\sigma_C^L$ 、  $\sigma_T^L$  をそれぞれ、長期の貿易誘発的規模・技術効果弾力性、貿易誘発的構造効果弾力性、全効果弾力性と定義すると、(b) 式より、貿易の自由化によって生じる短期の弾力性 ((c) 式) および長期の弾力性 ((d) 式) は以下のように計算される。

$$\begin{aligned} \sigma_T^S &= \frac{\partial \ln E_{it}}{\partial T_{it}} T_{it} = \left( \frac{\partial ST_{it}}{\partial S_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} + \frac{\partial C_{it}}{\partial S_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} + \frac{\partial C_{it}}{\partial T_{it}} \right) T_{it} \\ &= \sigma_{ST}^S + \sigma_{C1}^S + \sigma_{C2}^S = \sigma_{ST}^S + \sigma_C^S \end{aligned}$$

(c)

$$\begin{aligned} \sigma_T^L &= \frac{\partial \ln E_{it}}{\partial T_{it}} T_{it} = \left( \frac{\partial ST_{it}}{\partial S_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} + \frac{\partial C_{it}}{\partial S_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} + \frac{\partial C_{it}}{\partial T_{it}} \right) \frac{T_{it}}{1-\alpha_1} \\ &= \sigma_{ST}^L + \sigma_{C1}^L + \sigma_{C2}^L = \sigma_{ST}^L + \sigma_C^L \end{aligned}$$

(d)

ここで、  $ST$  は (b) 式の第 3 項及び第 4 項、  $C$  は第 5 項から第 13 項である。なお、(c) 式および (d) 式の計算では  $\frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}}$  の値が必要となるが、この値は (a) 式から得る。

(5) 一方、水利用量に関するモデルは以下のとおりである。

$$\begin{aligned} W_{it} &= c_2 + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 S_{it} + \beta_3 [S_{it}]^2 \\ &+ \beta_4 (K/L)_{it} + \beta_5 [(K/L)_{it}]^2 + \beta_6 (K/L)_{it} \cdot S_{it} \\ &+ \beta_7 T_{it} + \beta_8 (RK/L)_{it} \cdot T_{it} + \beta_9 [(RK/L)_{it}]^2 \cdot T_{it} \\ &+ \beta_{10} RS_{it} \cdot T_{it} + \beta_{11} [RS_{it}]^2 T_{it} + \beta_{12} (RK/L)_{it} [RS_{it}] T_{it} \\ &+ \beta_{13} prcp_{it} + \beta_{14} temp_{it} + \beta_{15} (temp_{it})^2 + \beta_{16} Tropical_{it} \\ &+ \beta_{17} Dry_{it} + \beta_{18} Cold_{it} + \beta_{19} Area_{it} + \varepsilon_{2it} \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{2it} = \eta_{2i} + \nu_{2t} \quad (e)$$

ここで  $W$  は水利用量、  $Y$  は GDP、  $prcp$  は年間降水量、  $temp$  は年平均気温、  $Tropical$ 、  $Dry$ 、  $Cold$  はそれぞれ熱帯ダミー、乾燥帯ダミー、寒帯ダミーである。  $Area$  は国土面積である。

上式 (e) の第 2 項は規模効果を表し、第 3 項と第 4 項は、技術効果を表す。また、第 5 項から第 13 項は構造効果を表わす項である。

(b) 式と同様に、(e) 式の推計には System GMM を使い、Managi et al. (2009) にならひ、貿易依存度の操作変数を作成し、追加の操作変数を導入している。また、所得変数の内生性を考慮するために、(d) 式の予測値を作成し、その値も追加の操作変数として推計に用いている。

ここで  $\sigma_S$ 、  $\sigma_{Teck}$ 、  $\sigma_C$ 、  $\sigma_T$  をそれぞれ、短期の貿易誘発的規模効果弾力性、貿易誘発的技術効果弾力性、貿易誘発的構造効果弾力性、全効果弾力性と定義し、(b) 式と同様に全効果弾力性値を計算する。

(6) 水不足が経済成長を鈍化させる可能性が検証されてきている (Barbier (2004) あるいは Edwards et al. (2005))。これら先行研

究の結論は、水不足は必ずしも経済成長を鈍化させないというものである。しかし、これらの先行研究は水不足指標の内生性を考慮していない点に注意が必要である。本研究では内生成を考慮したうえで分析を行う。具体的には、下記のモデルを用いる。

$$g_{it} = c_4 + \delta_1 R_{it-1} + \delta_2 (R_{it-1})^2 + \delta_3 \ln[S_{it-1}] + \delta_4 T_{it-1} + \delta_5 (K/L)_{it-1} + \delta_6 Edu_{it-1} + \delta_7 \ln Fer_{it-1} + \delta_8 Gov_{it-1} + \delta_9 Inflation_{it-1} + \varepsilon_{4it} \quad (f)$$

このモデルは、Barro(1996, 2001)に従っており、 $g$ は経済成長率、 $R$ は水資源利用率(水利用量/水資源量)、 $Edu$ は25歳以上の男性の就学年数、 $Fer$ は出生率、 $Gov$ は政府支出、 $Inflation$ はインフレ率である。分析に際しては $R$ および $S$ の内生性を考慮するために、System GMMを用い、その際に(a)式および(e)式の予測値を追加の操作変数として導入している。

#### 4. 研究成果

(1) (a)式および(b)式の推計によって得られたパラメータおよびサンプル平均を用いて、(c)式および(d)式の弾力性を計算した結果を表1および表2に示す。なお、森林に関しては先進国と途上国とで効果に違いがみられるかを考えるために、OECD加盟国のサンプル平均および非OECD加盟国のサンプル平均を用いて計算を行っている。

分析結果より、貿易の自由化は途上国においては森林資源を減少させるが、先進国においては森林資源を逆に増大させる効果を持つことが明らかになった。このことは、すでに森林資源の減少が問題となっている途上国において経済のグローバル化が森林減少をさらに悪化させることを意味している。

表1. 短期の弾力性 (森林)

Elasticity		Short Term
OECD	$\sigma_{ST}$	0.00708**
	$\sigma_C$	-1.638**
	$\sigma_T$	-1.631**
Non-OECD	$\sigma_{ST}$	0.00585**
	$\sigma_C$	0.184**
	$\sigma_T$	0.189**
All data	$\sigma_{ST}$	0.000614**
	$\sigma_C$	1.609**
	$\sigma_T$	1.610**

Note: Values in parentheses are t-values. \*, \*\* and \*\*\* indicate significant at the levels of 10%, 5%, and 1%, respectively. Time dummies are included, and all of them are significant at 1% levels.

5%, and 1%, respectively. Time dummies are included, and all of them are significant at 1% levels.

表2. 長期の弾力性 (森林)

Elasticity		Long Term
OECD	$\sigma_{ST}$	0.0607**
	$\sigma_C$	-1.880**
	$\sigma_T$	-1.819**
Non-OECD	$\sigma_{ST}$	0.0502**
	$\sigma_C$	0.249**
	$\sigma_T$	0.299**
All data	$\sigma_{ST}$	0.0053**
	$\sigma_C$	1.974**
	$\sigma_T$	1.979**

Note: Values in parentheses are t-values. \*, \*\* and \*\*\* indicate significant at the levels of 10%, 5%, and 1%, respectively. Time dummies are included, and all of them are significant at 1% levels.

(2) 一方、水利用量に関しては、世界平均に関して、下記の表3のような結果が得られている。

表3. 短期の弾力性 (水)

Elasticity		Short Term
All data	$\sigma_S$	0.297***
	$\sigma_{Teck}$	2.139**
	$\sigma_C$	-4.908**
	$\sigma_T$	-2.471**

Note: Values in parentheses are t-values. \*, \*\* and \*\*\* indicate significant at the levels of 10%, 5%, and 1%, respectively. Time dummies are included, and all of them are significant at 1% levels.

上記表3に示すように、水資源利用量に関して、1%の貿易自由化は世界平均で水利用量を2.471%減少させることが明らかになった。

(3) 最後に、水不足が経済成長に及ぼす影響に関する式(f)の推計結果を以下の表4に示す。

表4 推計結果 (水不足と経済成長)

$R_{it-1}$	0.866*** (19.97)
$(R_{it-1})^2$	-0.610*** (-11.47)

$\ln S_{it-1}$	-0.211*** (-9.58)
$T_{it-1}$	0.000488** (2.4)
$E_{it-1}$	0.0142** (2.41)
$(K/L)_{it-1}$	0.000929 (1.13)
$G_{it-1}$	-0.00946*** (1.13)
$\ln F_{it-1}$	-0.643*** (-14.49)
$\ln \text{Inflation}_{it-1}$	0.0000238** (2.14)
Constant	2.713*** (11.4)

Note: Values in parentheses are t-values. \*, \*\* and \*\*\* indicate significant at the levels of 10%, 5%, and 1%, respectively. Time dummies are included, and all of them are significant at 1% levels.

表 4 より、経済成長と水資源利用率の間には逆U字型の関係が統計的に有意に見出された。転換点は水資源利用率が 71%の点であり、この水準を超える水不足は経済成長を鈍化させることが示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Tsurumi, T. and S. Managi. 2012. "The Effect of Trade Openness on eforestation: Empirical Analysis for 142 Countries" *Environmental Economics and Policy Studies*, forthcoming (査読有)
- ② 鶴見哲也, 2012. 主観的幸福度と環境意識—生物多様性保全に対する支払意思額を用いて—, *南山経済研究*, 26(3): 147-160. (査読無)
- ③ 倉増啓, 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 2011. 生物多様性保全に関する環境意識の決定要因, *環境科学会誌*. 24(4): 397-404. (査読有)
- ④ Tsurumi, T. and S. Managi. 2010. "Does Energy Substitution Affect Carbon Dioxide Emissions-Income relationship?" *Journal of The Japanese and International Economies*, 24(4): 540-551 (査読有)
- ⑤ 倉増啓, 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 林希一郎, 2010. 主観的幸福度指標と環境汚染: 国内でのサーベイデータを用いた計量分析, *環境科学会誌*. 23(5): 401-409. (査読有)
- ⑥ 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 日引聡. 2010. 国際貿易とエネルギー利用, *環境経済・政策*

研究. 3(2): 38-49. (査読有)

[学会発表] (計 6 件)

- ① 鶴見哲也, 倉増啓, 馬奈木俊介, 主観的幸福度と環境意識: 生物多様性保全に対する支払意思額を用いて, 環境経済政策学会 2011 年大会, 長崎大学, 2011 年 9 月 23 日
- ② Tetsuya Tsurumi, Shunsuke Managi, Akira Hibiki. Do Environmental Regulations Increase Bilateral Trade Flows?, *European Association of Environmental and Resource Economists*, Rome. July 1<sup>st</sup>, 2011
- ③ Tetsuya Tsurumi, Shunsuke Managi, Akira Hibiki. Economic Development, Globalization, and Environment, 2nd Workshop on Network Analysis in Industrial Ecology, Fukuoka-Nagasaki. November 15<sup>th</sup>, 2010
- ④ Wanxin Hou, Hiroki Tanikawa, Ji Han, Shunsuke Managi, Tetsuya Tsurumi. Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism aided with GIS, The 9th International Conference on EcoBalance, Tokyo. November 10<sup>th</sup>, 2010
- ⑤ 鶴見哲也, 倉増啓, 馬奈木俊介, 幸福指標と経済指標の関係: 代替指標足り得るか?, 環境科学会 2010 年会, 東洋大学, 2010 年 9 月 17 日
- ⑥ 鶴見哲也, 倉増啓, 馬奈木俊介, 多様性及び温暖化における時間-空間的な割引の評価, 環境経済・政策学会 2010 年大会, 名古屋大学, 2010 年 9 月 12 日

[図書] (計 4 件)

- ① Tsurumi, T., K. Kuramashi and S. Managi, 2012. Determinants of Happiness: Environmental Degradation and Attachment to Nature, S. Managi (Eds.) *The Economics of Biodiversity and Ecosystem Services*. Routledge, New York, USA. (forthcoming)
- ② 鶴見哲也, 馬奈木俊介. 2012. 森林資源—REDD『環境・資源経済学入門—市場は有効か?』第 6 章, 昭和堂 (編: 馬奈木俊介) (印刷中)
- ③ 鶴見哲也, 馬奈木俊介. 2012. 経済成長と環境 (分担)『環境経済学』第 10 章, ミネルヴァ書房 (編: 細田衛士) pp.223-254.
- ④ 倉増啓, 鶴見哲也, 馬奈木俊介. 2011. 生物多様性保護における支払意思額 (第 5 章), 幸福度と環境保護への支払意思の関係性 (第 6 章)『生物多様性の経済学』, 昭和堂 (編: 馬奈木俊介, IGES), 第 5 章 pp70-97. 第 6 章 pp98-112.

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計◇件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.tsurumi-lab.com/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鶴見 哲也 (TSURUMI TETSUYA)

南山大学・総合政策学部・講師

研究者番号：50589364

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：