

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 11 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21405029

研究課題名（和文）：気候変動等による水資源制約が穀物輸出国の生産と日本の食糧安全保障に及ぼす影響分析

研究課題名（英文）：Analysis on effects on agricultural production of major exporting countries and food security of Japan due to water constraint caused by the climate change

研究代表者

吉永 健治 (YOSHINAGA KENJI)

東洋大学・国際地域学部・教授

研究者番号：40392576

研究成果の概要（和文）：本研究の主要な分析の成果として、①気候変動による水資源への影響が農産物生産に与える影響のリスクと不確実性の考え方、②水配分システムにおける効率的な水利用、③国際的な農産物貿易パターンの変化による輸入国における食糧安全保障への影響、④気候変動に対する農業部門の適応策の遅れ、⑤WTO 協定の不完備性を見直しに対する日本の役割、⑥食料安全保障のための多角的貿易システムの確立および⑦適切な水管理と食料安全保障の国及び国際レベルでの Issue Linkage 政策議論の必要性などについて明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

As a result of the analysis, it mainly covers; ①a risk and uncertainty management of agricultural production under water constraint by the climate change, ②efficient water use in water distribution system, ③an effect on food security in importing countries caused by a change of international agricultural trade pattern, ④a delay of adaptation measures against the climate change in agricultural sector, ⑤roles of Japan to the review of incomplete WTO agreement, ⑥multilateral trade system for food security and ⑦necessity of policy issue linkage between better water management and food security at national and international levels.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2010 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2011 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
総計	13,600,000	4,080,000	17,680,000

研究分野：農学 B

科研費の分科・細目：農業経済学

キーワード：気候変動、水制約、水管理、貿易と WTO、食料安全保障、リスクと不確実性

1. 研究開始当初の背景

(1) 水問題は地球規模の課題で、特に農業は淡水の支配的な（約 70%）利用者として効率的な水利用が求められている。農業用水は「食糧の安全保障」を確保するうえで不可欠

であるという議論の一方で、「水の安全保障」を脅かす存在にもなっている。

(2) 一方、水不足の深刻化は農業用水の供給が制約され農業生産へ直接的あるいは間接的な影響を与える。輸出国の穀倉地帯にお

ける旱魃など水資源の制約は穀物生産量の減少を招き、その結果は穀物市場や農産物貿易に大きな影響をもたらす。

(3) 多くの農産物を輸入に依存する日本にとって、気候変動に伴う水資源の制約が世界の農業生産に及ぼす影響は、中国やインドなどの人口増加と経済発展に伴う食生活の変化による貿易構造の変化と相まって、我が国の食糧安全保障に大きく関わる問題である。

2. 研究の目的

本研究は、気候変動による主要農産物生産国における水資源の制約による農産物の生産量の変化（減少）が農産物の輸入国である日本の食糧安全保障にどのような影響を与え、どのような対策を求められるか、について現地調査と定性的な分析を中心的に行い、必要とされる政策や制度について検討し、食糧安全保障のあり方について提言をする。

3. 研究の方法

(1) 主要穀物生産地である米国（カリフォルニア州）、オーストラリア（マレーダーリン河流域）、ブラジル（セラード）などにおける現地調査及び関係政府機関等からの気候変動（旱魃など）の影響、水政策、気候変動に対する適応策、生物多様性の保護、貿易政策などに関する聞き取り調査を行なう。

(2) WTO, OECD, EU, FAO などの国際機関、大学および研究機関における気候変動や水分野などの専門家と課題に関する議論と情報の入手を行い、評価や批判を受ける。

(3) 現地調査及び既往文献等を基に定性的分析を中心に、必要に応じてゲーム理論などを用いた理論的分析を行う。

4. 研究成果

本研究の学問的な特色・独創性及び予想される結果と意義として次の6つの課題、すなわち、① 穀物輸出国における水資源の制約による農産物生産の減少が輸出政策へ与える影響、② 我が国の食糧安全保障に関して、

穀物生産国における水資源の制約による農産物生産の減少に対する制度・政策の在り方、③ 穀物輸出国が水資源利用に新たな水政策・制度改革を導入することによる農産物生産と輸出・輸入政策に与える影響、④ 水資源・水政策の制約の観点からみた食糧安全保障についての再検討、⑤ 水資源、農産物生産、国際貿易、WTO、水政策に関する総合的な観点からの検討、⑥ 食糧安全保障に対する生物多様性の役割と保存の必要性、に関連して研究を実施した。これらの課題に関係する主な事項について、その研究成果・評価と今後の課題は以下の通りである。

(1) 水不足の定義： 共通の水不足の定義がなければ同じ土俵で水問題は議論ができない。しかし、国別、地域別あるいは水関連機関別に見て水不足の定義は統一されていない状況にある。水不足の定義を、① 物理的な水不足：効率が有効な水利用政策が適応された場合でも需要に対して水供給が不足する状況、② 経済的な水不足：水施設等への投資の欠如により水資源が開発されないために需要を満たせない状況、③ 制度的な水不足：制度的な欠陥により利用できる水が平等に配分されず、また最も高い価値を有する利用者に配分されない状況、の3つ要素を全て克服した上でさらに水不足が生じている状況とする（国際水管理研究所（IWMI）を参考）。この定義を適用すれば、先進国を含めて多くの国において効率的で有効な水政策が取られているケースは少ない。気候変動に対する水制約に対応するためには、この定義を満足する水政策、水管理、水への投資が不可欠である。

(2) リスクと不確実性： 不確実性について、計測可能な不確実性と計測不可能な不確実性を区分する。この場合、前者はリスクであり、後者は不確実性である。リスクは好ま

しくない不測の事態における観点から見たある種の不確実性で一般的に厳密的でない意味合いで用いられる。リスクは、定義上は“危害あるいは損失にさらされること”であり、本質的に機会 (chance) あるいは確率で捉えられるという事実は不確実性を説明し、それに対応できる可能性を意味する。気候変動による影響は不確実性が伴い、その対応によってその影響の規模や範囲は大きく変動する。IPCCにおける気候変動モデルによるシナリオ分析は不確実性に伴う被害や損失を最少にする最適な緩和策や適応策に対する判断と決定が求められることになる。こうした政策決定においては科学的に立証可能性を高めることによって不確実性を構成する諸要素をできる限り削減する努力が必要とされる。そのためには不確実性を取り巻く確実性、例えば水配分システムの老朽化、不適切な水管理など含めて、上述の水不足の定義の不完全性を克服することが不確実性への対応の第一歩である。

(3) 気候変動の影響に対する水部門の適応策： 気候変動の影響に対する手段として緩和策と適応策がある。緩和策に関しては京都議定書における経済学的な手法によるCO₂の効率的な削減、代替エネルギーの開発など様々な手段が検討され実施されてきている。一方、適応策についてはその対応が遅れていると言ってよい。例えば、EUにおいては2010年に新たに適応策の部局が設置され、OECDでは長年にわたる水市場や水価格の議論に一応の目途をつけ、適応策に関する分析を検討し始めた。カリフォルニアのCWP Update 2009やオーストラリアのNWC(National Water Commission)などにおける分析においても適応策が新たな課題として取り上げられている。特に、気候変動の影響に対する農業用水に関する適応策の検討は上記のリスクと不

確実性を削減する手段として、その影響に対するコスト削減および食糧安全保障の観点から不可欠であり、技術の開発と一体となって取り組むことが必要である。

(4) カリフォルニア CWP Update 2009: カリフォルニア州政府による CWP Update 2009 における戦略プラン(Strategic Plan) は、①ビジョンとミッション (Vision and Mission)、②目標 (Goals)、③指導原則 (Guiding Principle)、④目的と行動 (Objectives and Actions)、及び⑤勧告 (Recommendations)、の5つの要素からなる。CWP Update 2009 は Vision 2050 として、2050 年に向けて現世代と次世代の全ての「有益な水利用 (Beneficial Uses)」に対して信頼できる安全で良好な水質の水供給を行うために水資源と水供給システムを管理する戦略的な道筋を設定するものである。具体的には、①公共の健康、安全及びコミュニティにおける全ての人々の生活の質の向上、②経済成長、企業の活力及び農業生産性の改善、③カリフォルニア州のユニークな生物多様性、生態系の価値および文化的遺産の保護と修復、を戦略とする。また、CWP Update 2009 には、新たな目標として、気候変動による不確実性やリスクを減少し、水管理と洪水管理及びそれに依存するエコシステムの持続可能性を高めるための適応戦略の開発や多様な行動に対する投資の必要性を強調するなど、将来の気候変動に対応すべく灌漑システムの物理的・制度的な見直しを行っている。世界における多くの灌漑システムにおいて、施設の老朽化の進行とリハビリの遅れ、気候変動への適応策の導入、生物多様性とエコシステムへの配慮などの新たな要素への対応が不可欠になっている。

(5) オーストラリア水政策: オーストラリアは、1994年にCOAG (Council of Australian

Government) による水関連産業の改革に対する戦略的枠組みの採択以降、水価格、水市場、水権利の取引、水への投資および水公共サービスなどに関する政策の改革を進めると同時に、OECD における同分野に関する議論において主導的な役割を果たしてきた。オーストラリアにおける水政策は、連邦政策と州政府レベルに分かれており、国家水資源委員会の水管理ビジョン（2006年9月）では、費用効果の高い水利用効率、水利権の確実性と透明性、水システムの環境持続性、水市場と水取引の全国的な展開などが示されている。また、水管理改善のための総合戦略として、国家水憲章（2004年）が策定されており、水利権、水市場・水取引、水価格、IWRM が主要課題とされている。特に農業用水の分野では、生産性と効率の向上が求められており、高付加価値型への営農形態の転換により水利用の効率化を推進し、利用可能量以上の割当が行われている水利権の割当量の適正化を促進し、農業用水の利用を抑制する方向が示されている。また、水法 2007 では、気候変動および水大臣、MDBA (the Murray-Darling Basin Authority) 及び ACCC (the Australian Competition and Consumer Commission) に対して、水利用料金、水市場、取引ルールの設定に重要な役割を与えている。2004年から2006年にかけて連邦政府と州政府は水に関する長期的な青写真として、国家水イニシアティブ (National Water Initiative: NWI) に合意し、水の権利、水管理や環境流量、水市場の形成、水価格の設定などの方向性が示されている。NWI の調印によりマレーダーリン河の取水を持続的取水限界までの取水に留められるように MDBA における新しい流域計画 (New Basin Plan) の策定が進められている。この中で、ACCC の勧告により、新しい水取引の規則が盛り込まれ、流域計画は連邦

の水法 2007 の基幹をなし、オーストラリアの水改革の青写真として位置づけられる。こうしたオーストラリアの一連の水改革に見るように、将来の気候変動に対する水資源の変化や水利用の効率性の向上などに関して国・国際レベルで具体的な議論が不可欠である。過去、数多くの国際的な水会議が開催され、様々な勧告や決議がなされてきたが、各国において具体的な行動は取られておらず、このパラドックス的な現状を解決するには国レベルでの水改革が不可欠である。

(6) 水管理と食料安全保障： 水管理と食料安全保障の関係は異なるレベル、すなわち①圃場、②水配分システム、③国家および④国際レベルで議論する必要がある。まず、①圃場レベルにおけるプレイヤーは農家で、その意思決定は水管理に関する活動を支配する。農家の水管理に対する努力を促進するために何らかの政策インセンティブを付与することが必要である。食料安全保障は農業・非農業部門の所得に依存し、それは農家の購買力の指標となる。②水配分システム・レベルにおけるプレイヤーは農家からなる水管理組織である。水管理組織は灌漑料金の徴収、施設やシステムの運営と管理および施設のリハビリなどのサービスに関わり、灌漑用水への公平なアクセスを確保し上・下流間のバランスある生産を促進する。③国家レベルでは、灌漑システムの近代化、水改革に向けた制度整備、水への投資を促進し、生産性の改善と自給率の向上、穀物輸入戦略のレビュー、需給バランスの確保などに関わる。また、④国際レベルでは水会議における合意や勧告に対する具体的な行動を通じて、農産物貿易パターンの変化への対応や WTO 協定における食料安全保障の位置づけの再検討などが求められる。このように各レベルにおける水管理問題と食糧安全保障は相互に関連して

おり、特に、国及び国際的レベルにおける政策議論において Issue linkage 問題として議論することが不可欠である。

(7) 食料安全保障と多角的な貿易政策：

気候変動の影響により輸出国における穀物生産量が減少し、輸出国が輸出禁止策をとることになれば、国際市場における供給曲線が完全に非弾力的（垂直）になり輸出用の穀物が国内市場にまわされることになり、国内価格は低下する。一方、輸入国は国際市場から穀物の輸入ができなくなり自国の食料安全保障が脅かされることになる。こうした状況に対して輸入国がとるべき唯一の政策手段は穀物輸入国を多角化すること、すなわち多角的貿易政策を取ることである。輸入国にとっては単一国からの輸入に依存する場合に比べてリスクを軽減することが可能となる。この結果、国際市場において穀物輸出をめぐって市場原理に基づいた国際競争が行われるならば、輸入国は適切な国際価格で穀物の輸入が可能となり消費者余剰の増加を通じて便益を享受できる。

(8) 不完備契約としての WTO 協定： WTO 協定ルールが契約として不完備であるのは、将来における貿易条件がどう変化するか、という不確実性に直面するからである。すなわち、契約は時間の経過において生起する不確実な出来事について明確に予想し契約事項として明文化することが困難である。例えば、気候変動により主要穀物の生産量が地域的に変化し、その結果、貿易パターンが変化することが想定されても農産物の貿易条項に関して、こうした将来の不確実性を明記することはできない。一方、WTO 協定は国際的な貿易ルール・規律を規定しており、国際貿易の秩序を維持し促進するもので、加盟国がこのルール・規律を遵守することにより WTO 協定は国際公共財としての役割を担う。このた

めには WTO 協定ルールは完備契約でなければならない。ここに国際公共財としての WTO 協定ルールの役割と不完備契約という性格にジレンマが存在する。このジレンマを回避するために WTO 協定には貿易政策の弾力性と是正に関する合理的なルール設計の再検討が求められる。例えば、WTO における「環境と貿易」に関する委員会は、加盟国における環境政策が貿易政策に与える影響（あるいはその逆のケース）について議論しており、新たな貿易政策にかかわるルール・規律の交渉に向けた弾力的な対応（政策スペース）を与えている。しかし、こうした WTO 協定ルールにおける弾力性の追求（特に、気候変動の影響や食料安全保障問題に対する）は、どのような環境のもとで契約の不履行が可能か、その場合の不履行に対するコストの負担をどうすべきか、あるいは国際貿易の秩序維持にどのような影響を与えるか、などの多様な課題に今後対処しなければならない。

(9) 生物多様性と食料安全保障： 米国やブラジルでは、農業生産における水需要と生物多様性及びエコシステムの保護政策に関して環境規制政策が実施されている。カリフォルニア州では、水田を利用した水鳥の生息地確保への取り組みが行われてきたが、上流部におけるエコシステム保護のため十分な水量を確保する必要があり、降水量が不足する場合には下流部の農地まで十分な灌漑用水が行き届かない状況にある。またブラジルでは、中央政府の森林法に伴う開発規制がかかり、農地開発時にアマゾン流域では 80%、セラードでは 35%、その他地域でも 20%の法定保護林を残す必要がある。また、州政府によって各農場の環境ライセンス取得を義務づけられることにより、農場主の費用負担が過大となり、農業生産に与える影響は大きい。生物多様性やエコシステムへの取り組みが

進むことにより、農地、河川、湿地などの開発に規制がかかる。輸入国である日本の食料安全保障を考える上で、各国における環境規制の動向を十分に把握し、食料安全保障を含めてビジネス・リスクとして捉えていく必要がある。

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 14 件)

- ① 吉永健治、WTO 協定と食料安全保障の関連性に関する考察、国際地域学研究所大学院紀要、東洋大学、査読無、第 48 巻、2012、pp. 23-40
- ② 吉永健治、WTO 協定の不完備性に関する考察、国際地域学研究、東洋大学、第 15 号、査読無、2012、pp. 177-196
- ③ Kenji YOSHINAGA, Sustainable Water Management for Food Security -Theoretical Considerations -, Journal of Regional Development Studies, Toyo University, 査読無, Vol. 15, 2012, pp. 151-176
- ④ 吉永健治、気候変動による農産物貿易への影響と食料安全保障に関する分析、東洋大学国際地域学研究、第 14 号、査読無、2011、pp. 51-74
- ⑤ 八丁信正・松野裕、オーストラリアの農業と水市場を通じた水取引、近畿大学農学部紀要、第 44 号、査読有、2011、pp. 171-181
- ⑥ Hatcho, N., Matsuno, Y., Kochi K., Nishishita K.、Assessment of Environment-friendly Rice Farming through Life Cycle Assessment (LCA). Proceedings of the International Conference :The role of agriculture and natural resources on global change (ANGE), 査読有、2011、CMU Journal (ISSN 1685- 1994)
- ⑦ Taro OHDOKO, Kentaro YOSHIDA, Public Preferences for Forest Ecosystem Management in Japan with Emphasis on Species Diversity、Environmental Economics and Policy Studies、Online、査読有、2011、pp. 1-23
- ⑧ 吉永健治、カリフォルニア州水計画更新の枠組みと新たな挑戦、水利科学、NO. 313、査読有、2010、pp. 19-36
- ⑨ 八丁信正、カリフォルニア-水管理：流域変更と水取引、ARDEC. 第 41 号、査読無、2009、pp. 28-32

[学会発表] (計 10 件)

- ① Kenji YOSHINAGA, Sustainable Water Management for Food Security -Theoretical

Considerations -, OECD/ADB Workshop: Better Water Management for Food Security, Online, 2011/12/14, Bogor, Indonesia

② 吉田謙太郎、正負の生態系サービスへの支払いと経済評価、環境経済・政策学会、2011 年 9 月 23 日、長崎大学

③ 栗山浩一、吉田謙太郎、生物多様性保全政策の経済評価—選択実験による評価—、林業経済学会、2011 年 11 月 13 日 信州大学

④ Jue Yang, Kentaro Yoshida, Florian Kraxne, Sun Yin, Yoshiki Yamagata, The effects of introducing forest certification system on regional economy in Japan, the 58th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International, 2011/11/12, Hyatt Regency Miami

⑤ Nobumasa HATCHO, Assessment of Environment-friendly Rice Farming through Life Cycle Assessment (LCA). International Conference :The role of agriculture and natural resources on global change, 2011/11/7-9, Chiang Mai, Thailand

[その他]

ホームページ等

<http://frds.itakura.toyo.ac.jp/~ykenji/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉永 健治 (YOSHINAGA KENJI)
東洋大学・国際地域学部・教授
研究者番号：40392576

(2) 研究分担者

八丁 信正 (HATCHO NOBUMASA)
近畿大学・農学部・教授
研究者番号：00268450
吉田 謙太郎 (YOSHIDA KENTARO)
長崎大学・環境科学部・教授
研究者番号：30344097

(3) 連携研究者 (0)

(4) 研究協力者

劉 励敏 (LIU LIMIN)
東洋大学大学院・国際地域学研究所・博士課程