

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07984

研究課題名（和文）国際プロトコルに整合的な収量ギャップの推定および社会経済要因の寄与

研究課題名（英文）Contributions of socio-economic factors to yield gap of major crops in Japan

研究代表者

中島 隆博（Nakashima, Takahiro）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・上級研究員

研究者番号：60446474

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、わが国の主要作物である水稻を対象に、国際プロジェクト「The Global Yield Gap Atlas (GYGA)」の計算プロトコルを用いて、主に気温と日射量という気象条件によって規定される潜在収量と農家レベルで実現される実収量の差として表現される収量ギャップを過去25年程度に渡って市町村別に推定するとともに、農家実収量ならびに収量ギャップの気象的および社会経済要因づけを行うための解析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

GYGAプロトコルに基づく収量ギャップは、収量の改善余地ないし未到達の作物生産能力をあらわす。本研究で実施した水稻の収量ギャップの推定は、わが国における市町村別収量データを用いた初めての試みであり、得られた推定値ならびにその要因をめぐる解析結果は農業政策立案に関する意思決定を行う際の基礎データとして活用することが出来る。

研究成果の概要（英文）：In the present study, the yield gap was estimated for each municipality producing rice between 1994 and 2016 basically following the protocol in the international project named "The Global Yield Gap Atlas (GYGA)". The procedure of estimating the yield gap was to subtract the actual yield collected on municipality level as a part of statistical information released by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries from the potential yield defined by two major climate factors, i.e. solar radiation and temperature. Statistical analysis was conducted to find out climatic and socioeconomic factors affecting the actual yield and the yield gap differently for regions.

研究分野：農業経済学

キーワード：収量ギャップ 収量制約 社会経済的要因

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

試験研究の投資効果や農業政策の実効性を高めるために、産地ごとの収量ギャップ (yield gap、 Y_g) は重要な情報であり、世界各地で推定されている。ここで Y_g とは、物理環境条件に規定される潜在収量 (potential yield、 Y_p 、もしくは、water-limited yield potential、 Y_w) と農家実収量 (actual yield、 Y_a) との差もしくは比によって表される収量の改善余地、すなわち、未到達の作物生産能力を意味する。 Y_p が灌漑栽培を前提とし、日射量・温度といった気象条件、そして、品種の能力のみを考慮した生産フロンティアであるのに対して、 Y_w は天水栽培を前提として、水利用の制約 (および土壌タイプ) に関連する作物生育上のストレスの影響を考慮した生産フロンティアを指す。 Y_p や Y_w の推定にあたっては ORYZA v3 (International Rice Research Institute, IRRI) や WOFOST (Wageningen UR) などの作物生育モデルが用いられ、 Y_a には農業試験場における圃場試験のデータや入手可能な場合は国が管理する作物統計が用いられている。本研究分野に関しては、既に国際的なネットワークが立ち上げられ、 Y_g を推定するためのプロトコルの確立や共通のプロトコルを用いて多くの国・地域への適用が試みられており、農業関連の統計情報が豊富なわが国が参加することには意義があると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、わが国の主要作物である水稲を対象に、国際プロジェクト「The Global Yield Gap Atlas (GYGA)」のプロトコルを用いて Y_p および Y_g を推定すること、そして Y_g の縮小による生産性向上に貢献するため、 Y_g や Y_a を気象条件や社会経済要因との関係性を解析することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 産地のゾーニング

GYGA プロトコルにしたがい、わが国で生産される作物のうち総作付面積が 10 万ヘクタールを超える水稲、小麦、大豆を対象に産地のゾーニングを行った。産地のゾーニングは対象作物の各市町村における作付面積と、対象市町村の最寄りの気象観測台/AMeDAS 地点の気象データを用いて計算された GYGA で定義される 3 つの気象関連指標 (気温、湿潤・乾燥程度、季節性) に基づいた気候区分を用いた。ゾーニングについては、Wageningen UR の研究チームと調整を行った。

(2) 作物生育モデルを用いた潜在収量の推定

播種期 (水稲の場合は田植期)、出穂期、成熟期の文献値を主要な品種・作期毎に収集し、作物生育モデルに入力するフェノロジーデータとして整理した。そして、国内でこれまでに使用され、その手法や結果が論文として発表された作物生育モデルを複数検討し、CYGMA (Iizumi et al., Scientific Reports 2017; International Journal of Climatology 2018) を選択した。水稲に関する Y_p の推定試算を複数回実施し、パラメータを調整した。1990 年から 2016 年までの各年について AMeDAS 地点ごとに Y_p を推定した。

(3) 農家実収量の収集ならびに整備

Y_a のデータを 1994 年から 2016 年までの各年について収集し、主要作物ごとに整理した。予備的作業で本作業の手順は確定できていたので、非常勤職員を短期間雇用することで研究の加速化を図った。

(4) 農家実収量と収量ギャップの統計解析

これまで得られた Y_a および $Y_p - Y_a$ によって求めた Y_g について統計解析を行った。説明要因として、社会経済要因に加え、GYGA 気候帯を構成する 3 つの指標のうち、特に、気温と季節性を考慮した。

4. 研究成果

(1) GYGA の計算プロトコルにしたがい、わが国で生産される水稲、小麦、大豆について産地のゾーニングを行い、全国を 10 前後の産地にゾーニングした (作物により変動)。これによって本研究の結果を GYGA のウェブサイト上にアップロードするための枠組みが整備された。なお、GYGA プロトコルでは Spatial Production Allocation Model (SPAM) データベース (You et al. Agricultural Systems 2009) の利用も許されているが、わが国の水稲・小麦・大豆に関する作付面積を SPAM データベースのものと同農水省・統計情報部から公表されているデータと比較したところ、SPAM では農水省による公表値を十分に説明しない地域が散見された。このことと実測データの積み上げを重視する GYGA の基本理念を重視し、本研究では作付面積を市町村という行政区画をゾーニングのための基本区画とした。

(2) 過去 25 年程度に渡って基本区画ごとに水稲に関する Y_g を推定した (ただし、平成の大合併前後の実収量データが入手出来ない市町村が散見された 2004 年を除く)。その結果、 Y_g の地域差は GYGA 気候帯を構成する上述した指標によって説明しうる可能性が示された。本研究において基本区分とした市町村という行政区画すべて (平成の大合併前 3,200 以上、大合併後 1,700 以上) に GYGA 気候帯を割り付け、わが国の様々な地域の作物収量を他国の産地と直接比較が可能な基盤を整備するとともに、GYGA 気候帯を構成する気象関連指標を説明変数とする分散分析を実施した。その結果は最終年度に取りまとめ近日中に投稿予定である。

(3) Y_g の推定に用いた Y_a には社会経済要因(投入要素の価格、肥料、労賃 etc.)を考慮した農業者による意思決定もしくはマネジメント効果が含まれるため、 Y_g 自体にもそれら社会経済要因が関連すると考えられる。本研究を通じて Y_g を生む社会経済要因の解析については、上述した気象関連要因と同時に解析を行う必要があるという分析視角を得た。今後解析を進め、論文化をめざす。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Iizumi Toshichika, Kotoku Mizuki, Kim Wonsik, West Paul C., Gerber James S., Brown Molly E.	4. 巻 13
2. 論文標題 Uncertainties of potentials and recent changes in global yields of major crops resulting from census- and satellite-based yield datasets at multiple resolutions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0203809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203809	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Iizumi Toshichika, Kim Wonsik, Nishimori Motoki	4. 巻 11
2. 論文標題 Modeling the Global Sowing and Harvesting Windows of Major Crops Around the Year 2000	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Advances in Modeling Earth Systems	6. 最初と最後の頁 99 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1029/2018MS001477	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakashima Takahiro, Ishikawa Shoko	4. 巻 167
2. 論文標題 Linking life cycle assessment to bioeconomic modelling with positive mathematical programming: An alternative approach to calibration	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 875 ~ 884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2017.04.124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ishikawa Shoko, Tsukamoto Takayuki, Kato Hitoshi, Shigeta Kazuto, Yakushido Ken-ichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Agronomic Factors Affecting the Potential of Sorghum as a Feedstock for Bioethanol Production in the Kanto Region, Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 937 ~ 937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su9060937	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Iizumi Toshichika, Sakai Toru	4. 巻 7
2. 論文標題 The global dataset of historical yields for major crops 1981-2016	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Data	6. 最初と最後の頁 *
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1038/s41597-020-0433-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iizumi Toshichika, Kim Wonsik, Nishimori Motoki	4. 巻 11
2. 論文標題 Modeling the Global Sowing and Harvesting Windows of Major Crops Around the Year 2000	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Advances in Modeling Earth Systems	6. 最初と最後の頁 99 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1029/2018MS001477	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 飯泉仁之直
2. 発表標題 食料生産の広域でのモニタリングやモデリング、予測は今後、どこに向かうか？
3. 学会等名 日本農業気象学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Iizumi Toshichika	4. 発行年 2019年
2. 出版社 National Agriculture and Food Research Organization (NARO) and Food and Fertilizer Technology Center (FFTC) for the Asian and Pacific Region	5. 総ページ数 10
3. 書名 Improvements in climate change risk assessment for global crop production systems, in Climate Smart Agriculture for the Small-Scale Farmers in the Asian and Pacific Region (eds. Shirato, Y. and A. Hasebe)	

1. 著者名 Iizumi Toshichika, Kim Wonsik	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 14
3. 書名 Recent improvements to global seasonal crop forecasting and related research, in Adaptation to Climate Change in Agriculture - Research and Practices (eds. Iizumi, T., R. Hirata, and R. Matsuda)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石川 葉子 (Ishikawa Shoko) (70502938)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・上級研究員 (82111)	
研究分担者	飯泉 仁之直 (Iizumi Toshichika) (60616613)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境変動研究センター・主任研究員 (82111)	