



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

リモート・センシングを用いた地球規模の穀物生産
量推定に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岡本, 勝男 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2267

氏名（本籍）	岡本勝男（静岡県）	
学位の種類	博士（農学）	
学位記番号	農博乙第22号	
学位授与年月日	平成10年3月13日	
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当	
学位論文題目	リモート・センシングを用いた地球規模の穀物生産量推定に関する研究	
審査委員	主査 静岡大学教授 中井弘和	副査 信州大学教授 俣野敏子
	副査 岐阜大学教授 堀内孝次	副査 静岡大学助教授 佐藤洋一郎

論文の内容の要旨

世界の耕地面積は1960年以降ほぼ一定で、穀物生産量の増加はやがて限界に達することが見込まれる。ところが、今後、世界の人口が増加し、穀物需要が増大することが予想されている。最近100年間で、人間活動によって大気中の温室効果ガス濃度が上昇し、地球の平均気温は0.3～0.6℃上昇した。地球の温暖化は、今後も進行することが予想されている。しかも、地球の温暖化に伴い、異常気象は多発する傾向にある。日本は、食料の多くを海外に依存しているので、「食料需給を最もバランス良く決定するために、地球規模で作物生産量を迅速かつ正確に評価する」農業研究の側面が重みを増す。国内外の食料生産について常に監視し、わが国の食料の安定供給を図ることが、今後ますます重要になる。

1960年に衛星リモート・センシングが始まって以来、多くの地球観測データが蓄積された。広域を観測するうえで、衛星リモート・センシングは欠くことができない。本研究は、主要穀類を対象とし、第1に、リモート・センシングを用いて、国スケールの毎年生産量（短期的生産量）の推定手法の開発を目的とした。第2に、地球温暖化に伴う50～100年規模での栽培面積と生産量の変動を予測することを目的とした。

穀物の作付け面積を正確に推定することは、食料需給計画や栽培計画を立案する上で重要である。本研究では、作付面積推定の対象穀物をイネにしほり、Landsat TMデータの各画素に含まれる水田面積を推定するモデルを開発した。本モデルを北海道と宮城県に適用して検証を行った結果、各対象地域では、1.4%と3.3%の誤差で水田面積が推定できた。

衛星画像から作物生産量を推定するために、植生指数が使われてきた。しかし、植生指数は、植物バイオマスを表しており、収穫量と一致しないことがある。本研究では、赤・近赤外特徴空間上で、半楕円曲線として描かれる作物のスペクトル生育軌跡を用いた手法を提案する。それを北海道、アメリカ合衆国北部、中華人民共和国華中の3地域で、NOAA

AVHRR 全球陸域 10 日合成画像を用いて検証した。その結果、植生指数は気象災害の影響を反映できないが、本手法は全ての地域で気象災害の影響を良く反映しており、生育ステージの違いを考慮した収穫量推定にも利用可能であることが明らかになった。

本研究で開発した作付面積と収穫量の推定手法を、実際のイネの生産量推定に適用した。Landsat TM データを用いて、北朝鮮（朝鮮民主主義人民共和国）西部の 1995 年洪水の水田の被害を評価した。その結果、北朝鮮の全水田面積の 42% に相当する 2.75×10^5 ha の水田が、洪水の被害を受けたと推定された。1995 年のこの地域のイネ収穫量は 2.21×10^5 metric ton で、これは、1987 年（平作年）に記録されたイネ収穫量よりおよそ 5.30×10^5 metric ton 少なかった。以上の適用結果は、本研究で提案している手法が国スケールで実用可能であることを示している。

地球温暖化に伴う長期的生産量の変動を予測するために、衛星リモート・センシング・データを用いて農業地帯を検出し、その中から、穀物の生育に適した土壌と温度と水のある場所を推定するモデルを開発した。本モデルを現在と地球温暖化時の気候に適用し、穀物の栽培適地と可能地域の変動を予測した。その結果、現在の主要穀類の栽培適地面積は 515 Mha であるが、温暖化時には 279 Mha で 46% 減と予測された。一方、栽培可能地域は、現在の 1333 Mha が、温暖化時には 1378 Mha で 3% 増になると予測された。

この結果を用いて、国ごとに現在と温暖化後の穀物収量の変動を予測した。穀物収量の指標には、純一次生産力 (NPP) を用いた。穀物生産量上位 6 カ国の NPP は、地球温暖化に伴って、70% 増加すると予測された。

今後、マイクロ波センサ・データと光学センサ・データの組み合わせは、主要穀類作付面積を推定し、主要穀類生産量を予測するうえで必要となる。耕地とその境界領域を適性に応じて多段階に分級し、その面積の変動を予測するために、自然科学モデルに加えて、社会経済モデルを用いる手法が必要となる。

持続的農業を続けていくには、生産余力のある場所で無理のない穀物生産をしていく必要がある。その場合、既存の農地の中だけで考えるのではなく、保全すべき森林と農地化すべき森林を適切に評価する必要がある。そのときに、本研究は、穀物栽培に適した地域と栽培可能な地域を評価するための有効な手法を提供することができる。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究は衛星リモート・センシングを用いて①国スケールの、主にイネ生産量を正確に推定する方法を開発すること、②将来にわたる食料確保のための施策立案の基礎資料を得るべく地球温暖化に伴う 50～100 年規模での穀物栽培面積と収量の変動を予測すること、を目的に行われ、次のような注目すべきユニークな成果が得られた。

1. Landsat TM データの各画素に含まれる水田面積を推定するモデルを開発した。本モデルを北海道と宮城県について検証した結果、正確に（誤差 1.4%～3.3%）推定できることが明らかとなった。
2. 赤～近赤外特徴空間上で、半楕円典線として描かれる作物スペクトル生育軌跡

を用いた手法を提案し、全体的な植物バイオマスと作物収穫量を区別することを可能にした。本手法によって、気象災害や生育ステージの違いによる収穫量も推定することが可能となった。

3. 以上の提案した新しい手法を用いて、北朝鮮西部の1995年洪水時の水田の被害状況を推定した。この推定値は、実際に記録された収穫量とよく一致し、本研究で提案した手法が国スケールで実用可能であることが示された。
4. 地球温暖化に伴う長期的生産量の変動を予測するために、衛星リモート・センシングのデータを用いて農業地帯を検出し、その中から、穀物の生育に適した土壌があり、穀物の温度と水分の要求量を満たす場所を推定するモデルを開発した。そのモデルを用い、現在と温暖化時の気候条件に適用し、穀物の栽培適地と栽培可能地域の変動を予測した。
5. 地球環境を保全しながら、持続的に農業を続けていくためには保全すべき森林と農地化すべき森林を適切に評価し、地球規模での適正な農地と森林の再配置を検討すべきであるが、本研究の成果は、穀物栽培に適した地域と栽培可能な地域を評価するための有効な手法を提供するものである。

以上の成果から明らかなように、本研究は、種々の新しい手法を開発し、衛星リモート・センシングを用いた地球規模の穀物生産量を精度良く推定することを可能にした、新しい時代の地球環境保全や食料の確保に貢献し得る価値あるものと高く評価される。審査委員全員一致で本論分が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文等の発表雑誌名

K. OKAMOTO 他, Estimation of paddy field area using the area ratio of categories in each mixel of Landsat TM, *International Journal of Remote Sensing*, 17, 1735~1749(1996. 6)

K. OKAMOTO 他, Estimation of flood damage to rice production in North Korea in 1995, *International Journal of Remote Sensing* (印刷中)

K. OKAMOTO 他, Global prediction of area change of suitable regions for cereal cultivation caused by global warming, 18, 3797~3810(1997. 12)

既発表学術論文

岡本勝男, ランドサットTMデータによる沖縄島北部サンゴ礁の赤土分布評価、*地学雑誌*, 101, 107~116(1992. 4)

K. OKAMOTO 他, Landsat TM monitoring of red soil outflow into a coral reef, *Satellite Remote Sensing of the Oceanic Environment*, 1, 451~457, 478~479(1993. 4)

岡本勝男, 衛星リモート・センシング・データを用いた穀物生産量推定のための新手法、システム農学 (印刷中)

K. OKAMOTO 他, Nitrogen fertilizer and ecotoxicology global distribution of environment pollution caused by food production, Environmental Biomonitoring (印刷中)