

各国の地球観測動向シリーズ(第9回) 衛星画像を利用した農業生産統計

辻野 照久

概要

農業生産統計は食糧政策の根幹となる重要なデータであるが、現地での調査作業の負担が重いことから、先進国でも発展途上国でも統計の質や量が長期的に低落し続けているといわれている。米国の地球観測戦略の課題には、食糧の年間収量や収穫状況を、効果的かつ継続的に監視することが挙げられている。国際連合食糧農業機関（FAO）や主要先進国の農業担当省庁は、農業生産統計に衛星画像を利用することでコストや時間の節減を目指しており、地理空間情報システム（GIS）と組み合わせて画像処理や画像解読などの研究開発を行っている。

我が国は営農者の保有する平均耕作面積が小さく、現地調査主体で統計を行っている。衛星画像を利用する試みも行われてきたが、衛星運用は必ずしも継続的でなく、精度・観測タイミング・コスト等の問題があり、統計への衛星画像利用はあまり進展していない。2014年5月に打ち上げられたJAXAの「だいち2号（ALOS-2）」は植生観測に最適なLバンド合成開口レーダを搭載し、解像度も高くなり、悪天候や夜間でも観測可能である。我が国でも、こうした新たな観測ツールも活用し、農業生産統計に衛星画像を利用するための調査研究をさらに充実させていく時期に来ている。

キーワード：農業生産統計，国連食糧農業機関，耕作地データ層，土地利用／土地被覆，ALOS-2

1 はじめに

21世紀に入って、気候変動や経済発展などの影響により、世界の農業は急速に変貌を遂げている。そのような変化を地球規模で分析する上で、国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization of the United Nations：FAO、本部ローマ）が実施している世界の農業生産統計データは必須である。

本稿では、早い時期から衛星画像を農業生産統計に利用している米国と、統一的な統計を行うために衛星画像を利用している欧州の状況を紹介し、我が国における農業生産統計のあり方を再検討すべき時期に来ていることを提言する。

2 農業統計に含まれる農業生産統計

農業統計は、農業・牧畜業・林業・水産業について、生産・消費・貿易などの商業的な動態や雇用などを含め、幅広く農林水産業全般の動向を把握することを目的として、国連機関が中心になって実施されている。これらの統計は単独で利用されるだけでなく、人口統計や他の産業統計などと合わせて、各国の農業政策の策定に寄与する基礎データとして活用されることを目的としている。

本稿では、農業統計の中で耕地面積や収量など農業生産に関する統計を特に「農業生産統計」と呼ぶことにする。農業に関する全世界の統計は1961年以来FAOがとりまとめており、「FAOSTAT」というオンライン統計データベースのサイト¹⁾で閲覧できる。

FAOが作成する農業生産統計データは、各国の農

業担当省の地方出先機関が現地調査を実施し、本省において全国の統計データを取りまとめて、FAOに提出された統計資料に基づいている。発展途上国の中には、統計実施組織がないなどの理由で統計資料が提出されない国もあるが、そのような国の農業統計はFAOが推定を行ってデータの欠落を補っている。

農業生産統計に衛星画像を利用する場合は、人手による現地調査の一部が衛星画像による分析に置き換わるだけで、国家レベルや世界レベルでの統計データの集約作業自体は変わらない。

農業生産統計に衛星画像を利用することは、統計作成に要する時間やコストの節減に役立つことが既に知られている。世界銀行（World Bank：WB）が2010年9月に発表した「Global Strategy To Improve Agricultural And Rural Statistics（農業統計を改善するためのグローバル戦略）」²⁾には、農業生産統計のイノベーションのために、地球規模での改善戦略として衛星画像の利用を挙げている。

3 農業生産統計における衛星画像利用状況

3-1 米国における衛星利用の農業生産統計

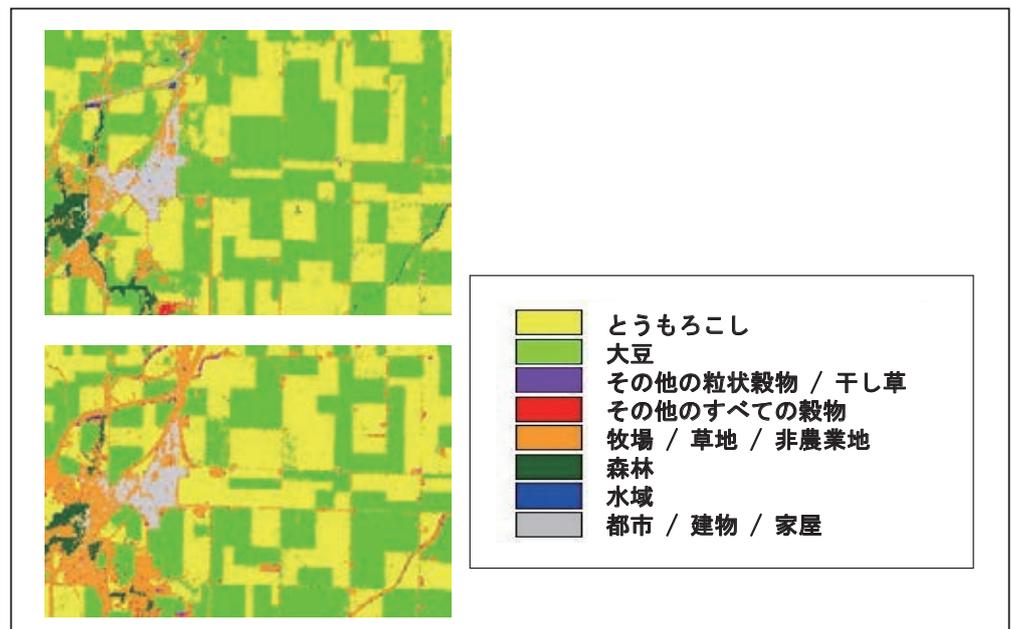
米国は1972年に陸域観測衛星「ランドサット（Landsat）」衛星を打ち上げて以来、農業生産統計への衛星画像利用を最も先端的に推進してきた。2013年4月に発表された米国の地球観測戦略³⁾の中で、農林業分野の16件の課題の最初に「農場レベル・地方レベル・地域レベル・全球レベルのスケールで国内および国外の食糧や繊維の年間収量と収穫状況を効果的かつ継続的に監視する」ことが挙げられている。米国においても農業生産統計に衛星画像データを利用することについての実実施計画を策定することが急務となっている。

米国では農務省（United States Department of Agriculture：USDA）に属する国立農業統計局（National Agricultural Statistics Service：NASS）⁴⁾が米国の農業統計を担当しており、過去約80年にわたる米国の農業統計がオンラインで利用できる⁵⁾。たとえば2012年の穀物（Grain）の統計には、2012年の穀物総生産量が約4億トンであることが示されている。NASSは1976年以来、米国地質調査局（United States Geological Survey：USGS）が運用する「ランドサット（Landsat）」衛星の画像データを利用して、トウモロコシや大豆などの生育状況を観測してきた。ただし、画像データを利用できる期間は収穫期のみに限られていた。NASSは「耕作地データ層」（Cropland Data Layer：CDL）を毎年発表しており、2014年1月31日に2013年版が公表された⁶⁾。

また、2013年10月にブラジルのリオデジャネイロで開催された第6回国際農業統計会議（ICAS VI）において、NASSの研究者から「Reported Uses of CropScape and the National Cropland Data Layer Program」（CropScapeと全米CDLプログラムの利用例）が発表された⁷⁾。

米国がどのように衛星画像を利用しているかについては、2003年頃にNASSの統計専門家が欧州の関係者と共同で発表した「Utilization of Remote Sensed Data and Geographic Information System（GIS）for Agricultural Statistics in the United States and the European Union」⁸⁾に詳しく述べられている。この報告で例示された耕作地データ層の例を図表1に示す。米国のように国土の広い国では、輪作によって土地の地力を自然に維持する工夫がな

図表1 同一地域における作物分布の変化（トウモロコシと大豆の輪作）



出典：参考文献 8

されており、土地被覆 (Land Cover) の分類を行うことが統計上重要な基礎となっている。ランドサットの画像データは輪作マッピングだけでなく、農業ビジネス、土壌・作物の相互作用の解析、動物の生息地の評価などで幅広く利用されてきている。しかし農業生産統計での利用という目的についていえば、米国においても必ずしも万全な運用体制ではなかった。

「ランドサット5号」は1984年に打ち上げられ、2013年6月まで約29年にわたって衛星運用が継続されたが、データが不足する場合は海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) の気象衛星のデータの利用や、フランスの「SPOT」、インドの「IRS」(現 Resourcesat)、ドイツの「RapidEye」などの外国衛星データの購入などでしのいでいた。この間、1993年に「ランドサット6号」が軌道投入失敗となり、1999年打上げの「ランドサット7号」の機能増強型テーマチックマップ (ETM+) が機械的な不具合のため一部データが欠落するなど、後継機が利用できない状況であった。この報告が発表された2003年時点で、「ランドサット継続ミッション (Landsat Data Continuity Mission : LDCM)」衛星の実現が強く期待されていた。しかし、LDCM衛星の開発は難航し、ようやく2013年に「ランドサット8号」として打ち上げられた。それを待つかのように、「ランドサット5号」が停波された。地球観測活動が世界最先端レベルにあると考えられている米国においてさえ、このように実利用ミッションの衛星1機を維持するには多大な努力と長い年月を要しているのである。地球観測衛星の実利用を実現するためには、技術開発や定着化の努力はもちろんのこと、予算確保・人材育成

など、政策的な誘導が必要である。

3-2 欧州

欧州連合 (European Union : EU) は1990年代から衛星画像利用により欧州全体の食糧生産の把握を行っている。EU加盟国はフランス・ドイツのような経済大国・宇宙先進国から東欧の発展途上国まで種々の国内事情があり、農業生産統計について各国がばらばらな方法で実施すると欧州全体の統計の信頼性が低くなる懸念されている。

欧州でも農場の所有者数の減少に伴って、農家の平均面積が増加する傾向がみられる。労働人口については、2003年から2007年までに-11.8%と農業従事者数の顕著な減少がみられた。一方で、地球観測サービス産業に関する欧州宇宙機関 (European Space Agency : ESA) の調査によれば、地球観測製品およびサービスの欧州売上高の中で、農業部門は約8%を占めている。

欧州における農業生産統計の最新動向は、LUCAS 2012⁹⁾により知ることができる。LUCASとは「地域統計調査のための土地利用と土地被覆」(Land Use/Cover for Area frame statistical Survey) を意味する。衛星画像は土地被覆分類の一部で利用されている。土地利用についてはサンプル地点の現地調査を行っている。

図表2にLUCASにおける農業関係の定義内容の一部を示す。

「土地利用」は農業で一括されているが、「土地被覆」によって作物の種類や用途が細分化されていることがわかる。このような分類は以前よりも簡略化

図表2 LUCASにおける「土地利用」と「土地被覆」の定義例(農業関係)

| 土地利用 | | 土地被覆 | |
|------|----|------|-----------|
| U110 | 農業 | B10 | シリアル |
| U120 | 林業 | B20 | 根菜類 |
| U130 | 漁業 | B30 | 非恒久的産業用穀物 |
| | | B40 | 野菜・花卉 |
| | | B50 | 飼料用穀物 |
| | | B70 | 果樹・イチゴ |
| | | B80 | その他穀物 |
| | | B21 | ジャガイモ |
| | | B22 | テンサイ |
| | | B23 | その他の根菜 |

出典：参考文献9

されており、従来の調査に比べると質的・量的に低下したという側面もみられる。

次にサンプリングの設計を見ると、第1段階で欧州全域を2 km四方の格子に分割し、110万か所のサンプリングポイントを設定している。各地点を衛星画像から土地被覆で分類し、第2段階では約26万か所を抽出して現地調査（Ground Survey）を行い、土地利用の分類を行う。

LUCASはEU統計局（EUROSTAT）により2001年から開始されているが、最初はEU加盟の13カ国で実施し、2009年に23カ国、2012年に全27カ国が参加して実施された。サンプル地点数は国によって増減の状況が異なるが、たとえばフランスは2009年の3.2万地点から2012年には3.8万地点に増加している¹⁰⁾。

4 我が国の農業生産統計における衛星画像の利用

我が国では、農業生産統計に衛星画像を利用する試みは1990年代から行われている。2010年に（独）農畜産業振興機構（Agriculture & Livestock Industries Corporation：ALIC）の調査情報誌に掲載された「農業分野における衛星画像の利用」¹¹⁾と題するレポートによると、北海道の中標津町における飼料用トウモロコシおよびその他の作物の栽培地について、（独）宇宙航空研究開発機構（Japan Aerospace eXploration Agency：JAXA）と共同で地球観測衛星「だいち」のLバンド合成開口レーダにより分析を行った。衛星画像の解析結果と実際の作付け状況は実施時期によって一致が多い時や不一致が多い時など一定ではなかったが、このような試みは将来的に衛星画像を利用することによる農業生産統計の合理化につながるものと期待された。

しかし、「だいち」の運用が2011年の東日本大震災の直後に終了してしまっただけで、農業生産統計への利用も継続できなくなってしまった。

2014年5月24日にJAXAの陸域観測衛星「だいち2号（Advanced Land Observing Satellite-2：ALOS-2）」が打ち上げられ、Lバンド合成開口レーダの利用がまもなく開始される見通しである。天候に左右されず、夜間にも観測が可能であることがレーダ観測の特徴である。

「だいち2号」に搭載されたレーダにより、農業生産統計における衛星画像利用の再開が期待されるものの、現状では本格的な取り組み体制はほと

んど準備されていないように思われる。我が国ではデータ統合・解析システム（Data Integration & Analysis System：DIAS）や地理空間情報システム（Geospatial Information System：GIS）の整備も進んでおり、農業生産統計に衛星画像を利用するための高度な画像データ処理技術も保有している。残された課題は、従来の現地調査に代えて衛星画像データを活用するという政策を決定し、実行に移すことである。そのためには研究開発衛星であっても継続性を確保することや、無料でデータをすべて公開する「full and open access」のデータポリシーを確立するなど、従来の考え方で保証されていなかった利用上の便宜を図る体制整備が必要になる。

5 おわりに

欧米だけでなく、中国や韓国なども衛星画像を農業生産統計に利用する体制を拡大しているところである¹²⁾。もし自力での衛星画像が不足するのであれば、オランダのように外国衛星の画像を政府がまとめて購入するような措置を取ることでも不可能なことではない¹³⁾。

農業生産統計は長年にわたって人手による計測をベースとしてとりまとめが行われてきたが、近年は人手不足や経費節減などの環境変化に伴い、人手だけの統計作業は困難になってきている。地球観測衛星と地理空間情報システムを既存の情報収集手法と組み合わせることにより、統計の精度向上や効率性向上、経費節減などを図る必要がある。折しも、2014年5月に陸域観測衛星「だいち2号」が打ち上げられ、植生観測に適したLバンド合成開口レーダにより農作物の広域的な把握が可能になると期待される。欧米や中国・韓国などの取り組みや我が国で行われた過去の利用研究などを参考にして、我が国の農業生産統計における衛星画像利用を部分的にでも導入していくために、衛星運用の継続性などの制度検討や観測精度に関する研究を関係者を交えて再構築すべき時期に来ている。

参考文献

- 1) FAOSTAT のウェブサイト : <http://faostat.fao.org/>
- 2) 「Global Strategy To Improve Agricultural And Rural Statistics」、世界銀行、2010年9月 :
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/meetings_and_workshops/ICAS5/Ag_Statistics_Strategy_Final.pdf
- 3) 米国の地球観測活動の方向性、辻野照久、科学技術動向 2013年7月号、No.136、p32-36 :
<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT136-32.pdf>
- 4) 米国農業統計局のウェブサイト : <http://www.nass.usda.gov/>
- 5) Historic Agricultural Data Now Online : NASS Digitizes 77 Years of Agricultural Statistics、USDA、2013年7月30日 :
http://www.nass.usda.gov/Newsroom/2013/07_30_2013.asp
- 6) Cropland Data Layer 2013、米国農業統計局、2014年1月31日 :
<http://www.nass.usda.gov/research/Cropland/SARS1a.htm>
- 7) Reported Uses of CropScape and the National Cropland Data Layer Program :
http://www.nass.usda.gov/research/Cropland/docs/MuellerICASVI_CDL.pdf
- 8) Utilization of Remotely Sensed Data and Geographic Information Systems (GIS) for Agricultural Statistics in the United States and the European Union、George Hanuschak 他、NASS、2003年 :
<http://www.nass.usda.gov/mexsai/Papers/remotesensep.doc>
- 9) LUCAS Primary Data 2012、EUROSTAT、2013年10月24日更新 :
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/lucas/data/LUCAS_primary_data/2012
- 10) LUCAS 2012、チェコ統計局、2013年 :
[http://www.czso.cz/efgs/efgs2012.nsf/i/presentation_sedlacek/\\$File/Czech%20Republic_SEDLACEK.pdf](http://www.czso.cz/efgs/efgs2012.nsf/i/presentation_sedlacek/$File/Czech%20Republic_SEDLACEK.pdf)
- 11) 農業分野における衛星画像の利用、志賀弘行、農畜産業振興機構のウェブサイト、2010年7月 :
http://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_000102.html
- 12) 大韓民国の地球観測活動の方向性、辻野照久、科学技術動向 2014年5・6月号、No.144、p24-29 :
<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT144J-24.pdf>
- 13) オランダの地球観測活動の方向性、辻野照久、科学技術動向 2014年3・4月号、No.143、p44-50 :
<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT143-44.pdf>

執筆者プロフィール



辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で分割民営化対応の運転統計システムの開発、旧宇宙開発事業団で世界の衛星打上げ統計の作成などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構(JAXA)調査国際部調査分析課特任担当役、科学技術振興機構(JST)研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。趣味は全世界の切手収集。米国は約4,500種類を保有。