

第Ⅱ部門

NDVI 時系列解析による全球 1 km メッシュ作物分類図の作成

京都大学工学部

学生員 ○北宅 洋

京都大学防災研究所

正会員 田中 賢治

京都大学防災研究所

正会員 小尻 利治

京都大学防災研究所

正会員 浜口 俊雄

1. 本研究の概要

適切な水資源管理を実現する上で、水利用の実態把握とともに信頼のおける気象予測情報が必要である。近年、土壌水分が大気・地表面間のエネルギー・水収支を通して、気候形成やその変動に寄与することが様々な研究により示されてきた。通常、灌漑が実施されている場所では、灌漑水を供給しなければ作物の生育に必要な土壌水分が不足（それに伴い蒸発散が低下）するため、灌漑の有無により地表面エネルギー・水収支が大きく変化する。すなわち、灌漑は水資源の問題だけに留まらず、地表面過程を介して大気にも影響を及ぼしている。

京都大学で開発された陸面過程モデル

SiBUC(Simple Biosphere including Urban Canopy)は灌漑の効果を取り扱う数少ないモデルのうちの1つである。モデルの性能を十分に発揮するためにはモデルパラメータ(生育作物の種類、播種日、収穫日といった農事暦)を正しく設定しなければならないが、全球にわたって信頼性の高いデータセットは存在しない。

本研究では、正規化植生指数(NDVI)の時系列解析をベースとして、SiBUCの灌漑スキームに必要なモデルパラメータのうち、作物種分布図のメッシュデータを全球にわたり高解像度で整備することを目的とする。具体的には、解像度1kmで4作物(小麦(春小麦、冬小麦)、トウモロコシ、米、大豆)の作物分類データセットを作成する。

2. 衛星データの取り扱い

太陽光のうち赤領域と近赤外領域の反射率は植物量にきわめて特徴的な反応を示す。このような植生の特徴を生かして衛星リモートセンシングデータを使い算出される正規化植生指数がNDVI(Normalized Difference Vegetative Index)である。これまでのNDVI時系列解析の経験から、作物別に異なったフェ

ノロジーの形状(季節変化のパターン)を有することがわかってきた。そこでこのNDVIの特性を用いて作物の分類を行う。

本研究ではSPOT VEGETATION 10日コンポジットデータ(解像度は約1km)を用いた。10日コンポジットデータといえど、雲の影響(によるNDVI値の落ち込み)を完全には除去できていないため、BISE法¹⁾により非植生起源のNDVI変動を除去した。

さらに、正規化NDVIのフェノロジーをより明確な形で表すとともに、年変動の影響を受けない指標を得るため、NDVIを各年で正規化した。ところで、NDVI値が最小となる時期はグリッドにより様々である。(図1)そこで、本研究ではNDVI値が最小となる時期をグリッド毎に求め、その時点から12ヶ月のNDVI値を正規化したものを指標として新たに定義する。すなわち、グリッドにより開始時期が異なるというわけである。このようにして定義された指標をN-NDVI(萬ら、2005²⁾)と呼ぶ。N-NDVIの利点は次の通りである。

- ・耕作面積率が小さく、NDVI値あるいはその変動が小さい地点でも耕作面積率が大きいグリッドと類似した挙動を示しうる。
- ・12ヶ月単位で正規化することにより豊作・不作といった年変動に対応できる。
- ・正規化開始月がグリッド毎に異なることにより、作物生育の地域差に対応できる。
- ・1年のうち1度は1または0をとる月があり、作物分類の指標として扱いやすい。

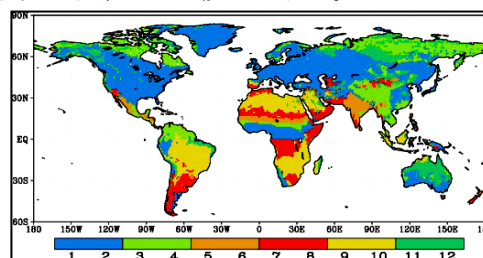


図1 N-NDVIの最小月の分布

3. 作物分類基準の設定

これまでの NDVI 時系列解析の経験から、作物別に異なったフェノロジーの形状(季節変化のパターン)を有することがわかってきた。こういった作物固有の成長パターンが存在することを活かし、本研究では NDVI 値の季節変化パターンが同じ場合は同一の作物が作付けされていると仮定する。そこで、各主要作物に対し複数個の代表グリッドを選定し、各グリッドにおけるフェノロジーの形状を比較、解析して作物ごとに異なる基準を設定し、その設定基準に基づき作物の分類を行った。代表グリッドの選定は、基本的にフィールド調査に基づき行った。本研究では、トウモロコシと大豆、米において単作と二期作・二毛作の2種類の分類基準を設定した。これにより、作物分類と同時に二期作・二毛作の判定も可能である。また小麦は春小麦か冬小麦かでフェノロジーに変化があることが分かった。そこで春小麦と冬小麦で異なる分類基準を設定した。最初に6年ある N-NDVI のデータを用いて各年での分類を行った。代表グリッドのフェノロジーの比較から、N-NDVI が最大となる時、または最小となる時を基準に作物分類基準を作成した。例えば、春小麦の基準は以下の通りである。

- ・ N-NDVI が最大の時の 30 日前に 0.65 を上回り 0.8 を下回る。
- ・ N-NDVI が最大の時の 50 日前に 0.4 を上回り 0.6 を下回る。
- ・ N-NDVI が最大の時の 80 日前に 0.2 を上回り 0.35 を下回る。

なお、トウモロコシと大豆の代表グリッドにおける NDVI のフェノロジーはほとんど差が無く、NDVI の比較だけでこれらを分類することは困難であったため、この段階ではトウモロコシと大豆をひとくくりにして分類を行った。各年における分類では、気候などの関係から同じグリッドであっても年によって分類が異なる場合がある。そのため、最終的な分類は6年分を照らし合わせて次のように階層化した上で分類した。

- ① 5 回以上何にも分類されなければ作物なしである
- ② 米の二期作、二毛作と 2 回以上判定されれば米の二期作・二毛作である。
- ③ トウモロコシ・大豆の二期作・二毛作と 2 回以上

判定されれば米の二期作・二毛作である。

- ④ 冬小麦と 1 回以上判定されれば冬小麦である。
- ⑤ 春小麦と 2 回以上判定されれば春小麦である。
- ⑥ トウモロコシ・大豆の単作と 4 回以上判定されればトウモロコシ・大豆の単作である。
- ⑦ 米の単作と 2 回以上判定されれば米の単作である。

最後に各年を統合した分類でトウモロコシ・大豆と分類されたグリッドを、2004 年のスペクトル反射率の B0(Blue)のデータを用いてトウモロコシ、大豆それぞれに分類した。(図 2)

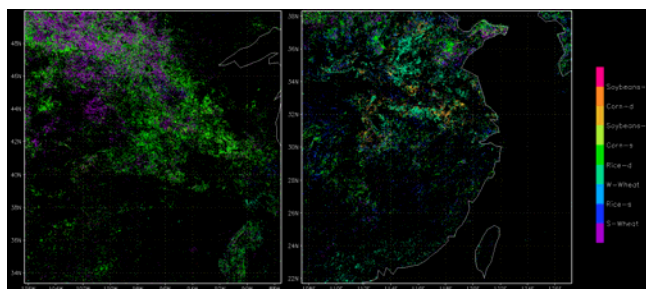


図 2 分類結果(アメリカ五大湖南西部、中国東部)

4. 結論

本研究ではアメリカ五大湖の南西に広がるコーンベルト地帯やインドの冬小麦地帯、中華人民共和国の二期作・二毛作グリッドなどが精度良く抽出できた。しかし、特にアメリカでの冬小麦の抽出がかなり精度に欠けるものであった。これは積雪の影響によるものと考えられ、衛星データを取り扱う段階でいかに積雪の影響を消去できるかが今後の課題として挙げられる。また過大評価であった地域では、高解像度の森林情報を用いて森林のマスキングを行うことにより誤抽出を修正できると考えられる。

参考文献

- 1) Viovy N., Arino O., Belward A. S., 1992, The Best Index Slope Extraction (BISE): A method for reducing noise in NDVI time-series. Int. J. Remote Sens., 13(8), 1585-1590.
- 2) 萬和明、田中賢治、池淵周一, 2005, NDVI 時系列解析による全球作物分類図の作成、水工学論文集、第 49 巻