

II-15

衛星データによる水稻の生育のモニタリング

東北大学大学院 学生員 ○多田 毅
東北大学工学部 正 員 沢本正樹

1. はじめに

人工衛星のデータから計算される植生指標 (NDVI) は、植物の活動に伴う様々な現象をモニタリングするために広く利用されている。これまでの様々な報告から、以下の関係が確認されている。

1. NDVI と光合成による生産力とは正の相関がある。
2. NDVI と現存量 (生産物の蓄積) とは正の相関がある。

この関係は、一般に成熟した森林や灌木においては比例に近い関係であると考えられるが、成長期にある若い植物や一年草、水稻などにおいてはそれほど単純ではない。まず、成長期にある植物は光合成産物を適当な形で配分して、新たな葉や根を作り、次の時期にはこの拡大された生産体制の下に再生産を行う。このとき、どの部分にどの程度配分されるかという問題が登場する。そこで、本研究では東北地方の水田域を対象として、極度の冷害であった1993年におけるNDVIと水稻の生育および収穫量との関係について検討を加える。比較対象とする平年値は1989～1991年の平均値である。

2. 1993年の冷害下におけるNDVI/iNDVI

本章では、NDVI、iNDVI (NDVIの時間積分) と純一次生産 (NPP) との関係から、水稻の育成状況と収穫量について考察する。NPPとは、緑色植物による有機物生産総量 (総一次生産) から、呼吸による自己消費量を減じた残りである。動物や人間が食べたり、利用したりできるのは、この純一次生産量である。iNDVIは森林域・水田域ともにNPPに比例することが知られているので、iNDVIの比はNPPの比を表していると考えて差し支えない。

(1) 生育期

8月の時点での育成状況をみると、全体的に生育が遅れ気味ではあるが、記録的な収穫量の減少に比べると、iNDVIの減少量は少ない (表-1)。最終的な収穫量とiNDVIとの相関よりは、8月の時点での相関の方が高い。この時点ではNPPの大部分は葉・茎として蓄積されており、それらの部位の量はNDVIに反映されるためである。

(2) 成熟期

10月の時点では、NDVI/iNDVIと収穫量との関係は、8月の時点よりも不明瞭になっている (表-2)。この表を見ると、冷害であった1993年においても、水田域におけるiNDVIの減少量は数パーセントである。むしろ、森林の方がiNDVIの減少が著しい。さらに、被害の大きかった地域ほどiNDVIの減少量が少ない。冷害時には、平年であれば穂をつけ黄金色になるべき9月から10月にかけて、いわゆる『青立ち』の状態となり稲が緑の葉を付けたままであることが原因である。障害型冷害の場合、出穂期に障害を受けてしまうとそれ以降気候が好転しても穂をつけることがないため、生産は葉茎部に配分され、NDVIはむしろ平年よりも増加する。

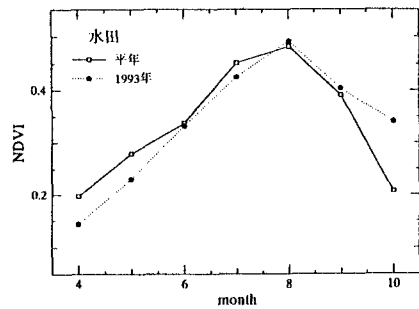


図-1 宮城の水田域でのNDVIの季節変化

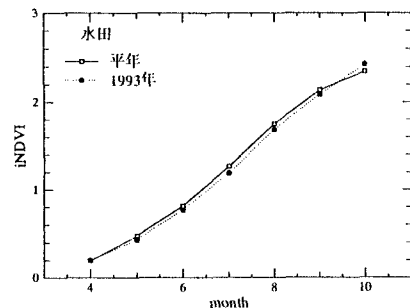


図-2 宮城の水田域でのiNDVIの季節変化

3. 収穫量とNDVI/iNDVIの関係の定量化

穂部に蓄積される生産量が収穫量と比例すると考え、以下に示す方法で収穫量の推定を行った。

1. 稲が全く出穂せずに生産量が全て葉茎に蓄積された状態を想定し、そのときのiNDVIを推定する。具体的には、10月のNDVIを9月のNDVIに置き換えてiNDVIを計算したものを推定値とする。これは、9月の時点での葉茎部への生産物の蓄積が10月の時点でも維持されていると想定したことになる。
2. 推定したiNDVIと実際のiNDVIとの差が、穂に蓄積された生産量に相当するiNDVIであると考ええる。
3. 平年時のiNDVIの差と平年時の作況指数とを基準とし、1993年のiNDVIの差を作況指数に換算する。

以上の計算によって得られた結果を表-3に示す。青森県・岩手県で過大に、福島県で過小に見積もられている。福島県は、1993年のデータに雲が多く存在するためにNDVIが低い値を示していることが肉眼で容易に観察できるため、精度の低下はそれに起因すると思われる。青森県と岩手県の誤差については、現在のところ原因は不明である。

4. 結論

NDVIおよびiNDVIがNPPと良い相関を持つことが再確認された。また、これまでは穀物の収穫量とiNDVIとの正の相関が多く報告されてきたが、収穫量推定の場合はむしろiNDVIに現れない欠損分が収穫分であると考えの方が良い結果を与える場合があることが判明した。NDVI/iNDVIを現時点での生産力と考えるか、これまでの生産の蓄積と考えるか、植物の種類・性質によって慎重に判断する必要がある。

参考文献

- 1) 美濃憲・風間聡・沢本正樹：iNDVIを用いた環境評価について、環境システム研究, Vol.21, pp.40-45, 1993.
- 2) 渡辺誠一・多田毅・沢本正樹：衛星データによる1993年度の冷害調査、土木学会東北支部技術研究発表会要旨, pp.250-251, 1995

表-1 1993年8月の時点での育成状況(iNDVIは対平年比(%))

	青森	岩手	秋田	宮城	山形	福島	平均
iNDVI	91	94	86	92	84	83	89
作況指数	85	91	94	90	94	91	92

表-2 1993年度10月のiNDVI(対平年比(%))

	青森	岩手	秋田	宮城	山形	福島	平均
NDVI(森林)	103	98	99	110	105	99	101
NDVI(水田)	133	130	117	164	130	129	133
iNDVI(森林)	90	90	88	89	83	82	87
iNDVI(水田)	97	99	93	101	92	89	95
作況指数	28	30	83	37	79	61	56

表-3 1993年度の収穫の推定値と作況指数

	青森	岩手	秋田	宮城	山形	福島	平均
推定値	64	58	94	34	59	11	55
作況指数	28	30	83	37	79	61	56