8)衛星リモートセンシングによる水稲・てん菜収量の推定法

中央農業試験場　環境化学部　土壌資源科・企画情報室　情報課

1.試験のねらい

これまで、作物の収量調査は多大の労力を要する手作業であり、市町村単位より詳細に収量の分布を知ることは困難であった。衛星リモートセンシングは、広域の面データを反復して取得することができ、さらに、解析結果をコンピュータを用いて、気象や土壌情報と容易に重ね合わせることができるという利点をもっている。本試験では、衛星リモートセンシングを用いて水稲・てん菜の収量マップを作成し、収量と栽培環境との関係解析に役立てることを目的とした。

2.試験の方法

1)水稲の収量推定：石狩・空知地方を対象として、1984、1986、1992年のランドサットデータ、1993年のMOS-1データと市町村収量の関係について検討し、冷害年における収量マップの作成、気象要因との関連解析を行った。

2)てん菜の収量推定：十勝地方を対象として、1990、1993年について衛星データおよび気象データを用いて収量マップを作成し、さらに1993年のてん菜収量と土壌条件との関連を検討した。

3.試験の結果

1)水稲の収量推定

(1)1984、1986、1992年の3ヶ年について、9月に観測されたランドサットの緑と近赤外の反射値および正規化植生指数(NDVI)を説明変数とした重回帰式によって、70%以上の寄与率で収量が推定された。推定の寄与率は冷害年の1992年で最も高く、そのときの式のあてはめの誤差は13kg/10aであった。ただし、豊作年の1984、1986年は統計収量が550kg/10a以上の市町村では収量が過小評価となる傾向が認められたので重回帰分析からは除外した。

(2)1993年は、9月に観測されたMOS-1データの緑と赤の反射率が水稲収量と高い相関を示した。1993年のように不稔の発生によって減収となる型の冷害年では、赤波長の反射値による収量の推定が有効と考えられた。

(3)以上、9月の衛星データを用いて冷害年の水稲の収量を推定し、収量マップを作成することができた。また、推定に有効な波長には、ある程度普遍的な組合せが存在した。

(4)1993年における、500mメッシュの推定収量と月別平均気温との相関は7月が最も高かった。偏東風の影響を強くうける美唄市以南では6,7,8月のいずれの気温も収量と正の相関を示し、美唄市以北とは異なった傾向を示した。

2)てん菜の収量推定

(1)1990年6月、1993年7月に観測されたランドサットの波長別の反射値・NDVIと統計収量との関連について検討したところ、両年ともNDVIと統計収量との間には高い正の相関が認められた。

(2)衛星データから算出したNDVIと、衛星データ取得後の気象経過を考慮した重回帰式によって、てん菜収量を推定し、収量マップを作成することができた。

(3)収量マップと土壌情報から、1993年のてん菜の冷湿害被害は下層土が硬く、排水の不良な土壌で大きくなったことが示された。

4.今後の展望

これまで、気象、土壌とあわせた農耕地情報のデータバンクの一環として小麦、水稲およびてん菜の収量地図を作成してきた。今後、衛星の数が増加し、2～3日に一度の間隔で観測データが得られるようになれば、作物の生育途中のモニタリング手法としての応用場面が開け、気象情報と同様のリアルタイム利用が可能になると考えられる。

用語の解説

《**ランドサット**》

・アメリカの地球観測衛星。搭載されているTMセンサは、可視～赤外域の7波長を測定し、解像度は30m四方。16日に1度同一地点の観測をおこなう。

《**MOS-1**》

・日本の海洋観測衛星「もも1号」。搭載されているMESSERセンサは、可視～赤外域の4波長を測定し、解像度は50m四方。

《**正規化植生指数(NDV1)**》

・衛星データの赤と求められる、植物を特徴づける指標。

NDVI=(近赤外ー赤)/(近赤外＋赤)

表1　ランドサットTMデータによる水稲の収量推定

年次	市町村数	収量推定式*	寄与率(R^2)	RMSエラー**(kg/10a)
1984	14	Y=-46.6TM2+18.2TM4-2420NDVI+1500	0.79	9
1986	20	Y=-18.3TM2+10.5TM4-1360NDVI+826	0.82	10
1992	27	Y=-93.2TM2+18.5TM4-4110NDVI+3605	0.87	13

1984年、1986年は統計収量≦550kg/10aの市町村が対象

*Y：推定収量(kg/10a)、TM2：緑波長、TM4：近赤外波長

**：推定残差の平方和をデータ数で除した値の平方根

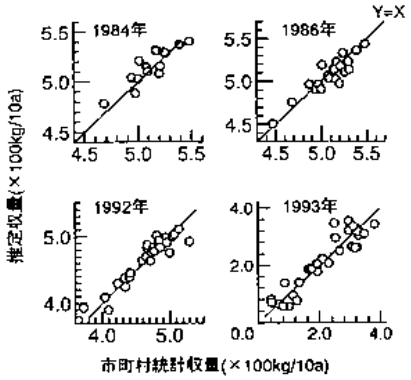

図1　　水稲の市町村統計収量と推定収量

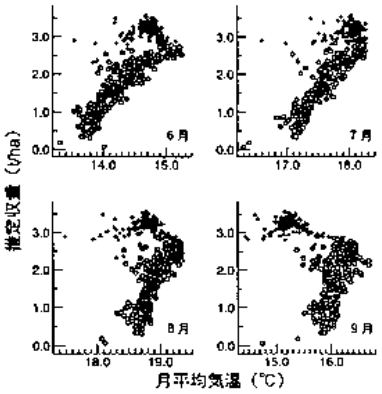

図2　　1993年6月から9月までの月平均気温と水稲の推移収量(各点は500mメッシュを示す)
○：美唄市以南、＋：奈井江町以北

表2　　ランドサットのバンド別分光反射値、NDVIとてん菜統計収量との相関
(n=18)

		1990.6.7	1993.7.8
バンド	TM1(青)	-0.51*	-0.58**
	TM2(緑)	-0.50*	-0.61**
	TM3(赤)	-0.57*	-0.64**
	TM4(近赤外)	-0.21	0.56*
	TM5(中間赤外)	-0.55*	-0.64**
	TM6(熱赤外)	0.13	-0.67**
	TM7(中間赤外)	-0.51*	-0.68**
NDVI		0.76**	0.74**

植生指数=(TM4-TM3)/(TM4+TM3)
*：95%水準有意
**：99%水準有意

表3　　1993年のてん菜収量に影響を及ぼした土壌要因

土壌要因		＋要因	－要因
下層土のち密度		疎	密
礫層深		浅	
土壌	沖積	褐色低地土	グライ土
	火山灰	褐色火山性土	厚層黒色火山性土

作成したてん菜収量マップと、メッシュ化された土壌図との関連解析を行って、収量に影響を及ぼした土壌要因を検討。

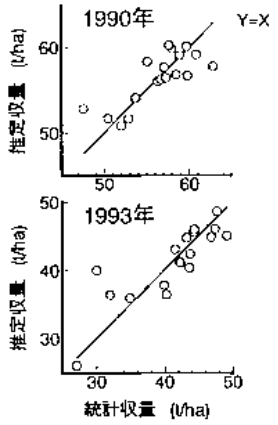

図3　　てん菜の市町村統計収量と推定収量