

ランドサットTMデータによる米国干ばつ被害調査

吉村, 充則 / Yoshimura, Mitsunori / 竹内, 章司 / 大嶋,
太市 / Oshima, Taichi / Takeuchi, Shoji

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

26

(開始ページ / Start Page)

171

(終了ページ / End Page)

178

(発行年 / Year)

1990-02

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003915>

ランドサット TM データによる米国干ばつ被害調査

吉村 充則*・竹内 章司*・大嶋 太市**

Investigation of the Damaged Area by Drought in U.S.A. Using Landsat TM Data

Mitsunori YOSHIMURA*, Shoji TAKEUCHI* and Taichi OSHIMA**

Abstract

This paper describes the drought disaster investigation which occurred between 1987 and 1988 in the U.S.A. In this study, the authors investigated the land surface condition change using Landsat TM data which was obtained during June '87 and June '88 respectively. At first processing the Normalized Vegetation Index (NVI) was obtained by the operation of Band 3 and Band 4 for both investigation periods. Using the above results the study area was classified to three kinds of land cover types: bare soil, crop plantation and forest. The tasseled cap transformation was performed for both periods data in order to investigate the land surface condition change using Landsat TM six spectral bands except thermal band. Through our study, we obtained the following conclusions:

- (1) the amount of vegetation decreased about 38% in comparison with before the drought
- (2) the obtained results were reasonable in comparison with the statistics

§1. はじめに

いま、世界の穀物備蓄量は1960年以降、最低であるとされている。この量は、世界的に食糧危機が来るかもしれないと大騒ぎになった1973年当時より少ないらしい。大きな原因は、1988年夏の異常気象で、米・ソ・中国の世界的穀倉地帯において干ばつが同時に発生したためとされている。引き続いて干ばつの起こるようなことがあれば、世界経済のインフレ誘因になると指摘する経済学者もいる。この中でも米国の干ばつは、50年ぶりの大干ばつで、特に中西部では、穀物の生育に重大な打撃を受けたとされる。また、同年8月1日現在の米国農務省の予想によると、1988年の穀物収穫量は前年比31%程度減と予想され、その内訳は、とうもろこし37%、小麦13%、

* 財リモート・センシング技術センター

** 土木工学科

えん麦、大麦ともに45%、大豆23%の減少であろうと発表された。

また、マルチスペクトルデータを用いた植生解析には、緑被状況把握のための正規化植生指標の算出や、植生モニタリングのための指標算出に対する Tasseled Cap 変換などが挙げられる。

このような背景から、本研究ではランドサット TMデータを用いて、上記手法を組み合わせ米国の代表的穀倉地帯のミズーリ州の干ばつ被害状況についてモニタリングを行った。

§ 2. 干ばつ被害調査

2.1 解析対象地域と使用データ

米国には、ソ連、中国と並ぶ世界有数な穀倉地帯があり、特に中西部では、とうもろこしや小麦などを大規模に栽培している。そこで本研究では、セントルイス周辺の穀倉地帯を解析対象地域とした。図-1には、アメリカ合州国の中での位置及び詳細な位置を示す。この地域は、ミズーリ州のセントルイスからカンサスシティに向かうルート70の北側に広がる穀倉地帯で、セントルイスの西方約120kmに位置する。また対象領域は東西方向約43km、南北方向約34km(1,500ピクセル×1,200ライン)である。使用したランドサットデータの諸元を以下に示す。

ランドサット5号	TM
PATH-ROW	24-33
観測年月日	1987年6月16日
	1988年6月18日

データは、干ばつ被害を受ける前年と干ばつの起こった年の2時期のもとである。写真1, 2には、87年と88年のフォールカラー画像をそれぞれ示す。両データとも6月中旬のほぼ同じ時期に観測されたものであるため、シーン間の補正等は考慮しなかった。なお1987年のデータには部分的欠損が若干みられた。画像からは、両データともほぼ同じ時期に取得されたものであるが、穀物畑を示す赤みが極端に少なく、明らかに穀物の生育が干ばつに影響されている印象を受ける。

2.2 正規化植生指標による緑被度変動

グローバルな緑の量の分析を行う方法の一つとして正規化植生指標 (Normalized Vegetation Index: 以下 NVI と表す) が一般的に知られている。この指標はマルチスペクトルデータの可視域と近赤外域データの演算によって導かれる。これは、植生の分光反射特性が近赤外域で強く、可視域で弱いという性質を利用したものである。本研究では、TMの赤バンドであるバンド3と近赤外バンドのバンド4を用い、以下に示す式に従い NVI 算出を行った。

$$\frac{(\text{Band 4} - \text{Band 3})}{(\text{Band 4} + \text{Band 3})} \times 100 + 50 \quad (1)$$

写真3, 4には、NVI画像をレベルスライスした画像を示す。NVI値の大小に対応し、低い値から高くなるにつれ、赤系から青系の色で示している。2つの画像から88年のほうが NVI 値が

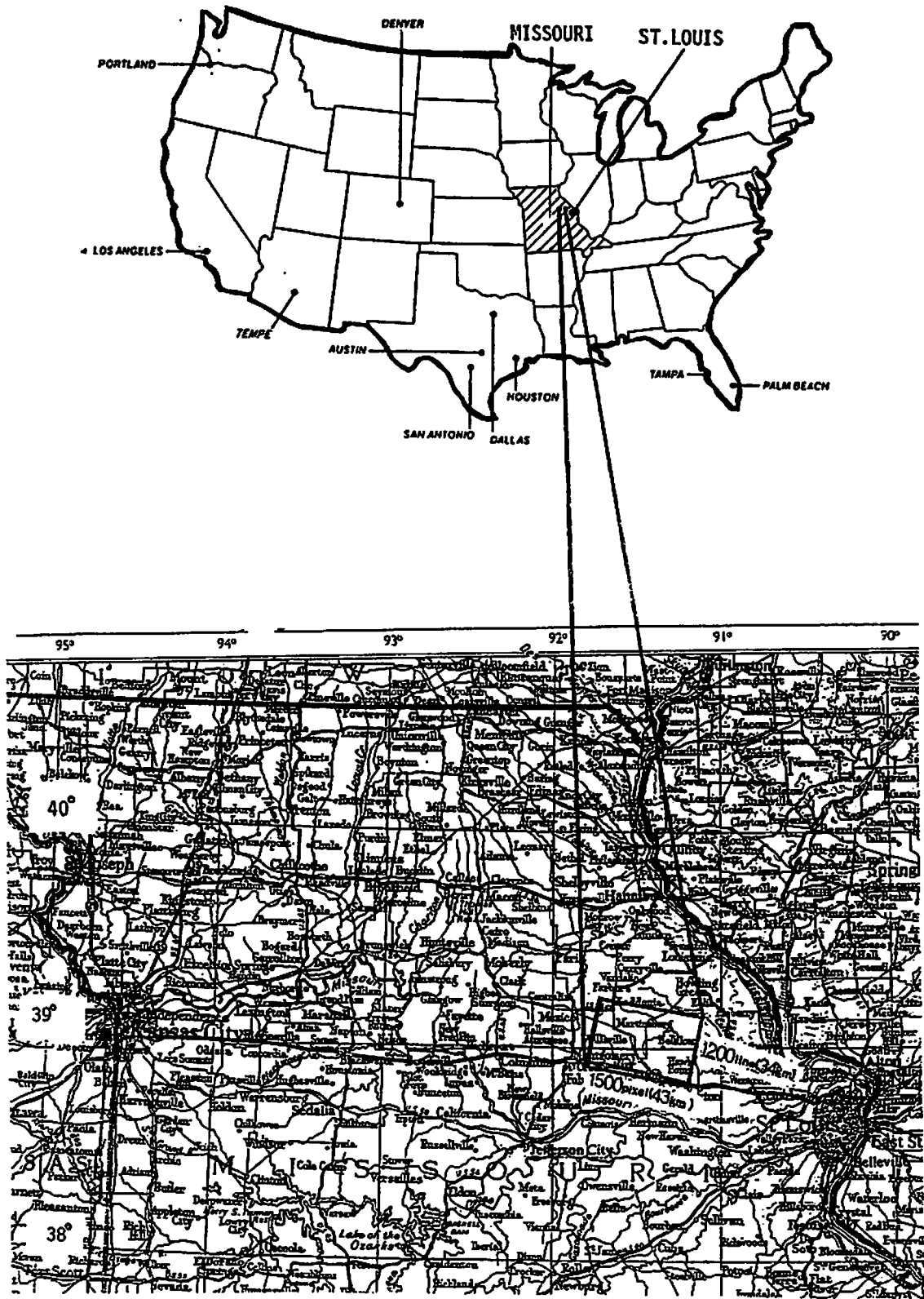


图-1 对称地域位置图

かなり低くなっていることが分かる。これは、全領域における NVI 値の平均値にも表れており、87年では82.30であったのに対し、88年では74.34に減少している。このことから緑被状況が干ばつにより悪化したことが判断される。

次に、求められた NVI 画像を利用し、緑被量の多少によって対称域を裸地、穀物畑、森林の3項目に分類した。これには、フォールスカラー画像上で3項目の代表的領域を選び、この領域における NVI 値の分布を調べ、3項目の境界となる NVI 値(いき値)を決定することにより行った。分類の基準となるいき値を以下に示す。

- 裸地 0~60
- 穀物畑 61~100
- 森林 101~255

この分類によって得られた2時期の各分類項目の面積百分率および経年変化を表一1に示す。表から、観測が両シーズンともほとんど同じ時期であったにもかかわらず、88年には裸地の面積が増加し、逆に穀物畑の面積は減少していることが分かる。

表一1 分類項目と面積百分率 (単位%)

項 目	1987年	1988年	変 化
裸 地	14.2	30.3	+16.1
穀 物 畑	66.3	52.6	-20.7
森 林	19.5	17.1	- 2.4

2.3 TM の熱バンドデータによる熱分布

地表面温度は、裸地のように土が露出している場合に土壤水分の状態を、森林、穀物畑などは植物の水の蒸散作用の強弱をそれぞれ反映していると考えられる。

対象領域全体では、87年の平均値が145.59(輝度温度で26.87°C)であったのに対し、88年では174.71(輝度温度で38.91°C)と大きく増加している。次にこれと2.2で得られた分類画像を用いて、分類項目毎の温度変動について検討を行った。その結果を表一2に示す。表から裸地、穀物畑、森林の3項目の輝度温度は、いずれも88年のほうが上昇している。これには気象条件の相異なる影響等が含まれているものと思われる。そこで両時期においても被覆状態が同じであるとされる項目とし水面と都市を選び、これら2項目の温度から87年と88年の回帰直線を作

表一2 分類項目と地表面温度

項 目	1987年		1988年		変 化	
	CCT 値	輝度温度 (°C)	CCT 値	輝度温度 (°C)	CCT 値	輝度温度 (°C)
裸 地	152.48	29.78	179.98	40.82	+22.50	+11.04
穀 物 畑	146.11	27.29	175.86	39.29	+29.75	+12.00
森 林	138.82	24.32	161.82	33.83	+23.00	+ 9.51

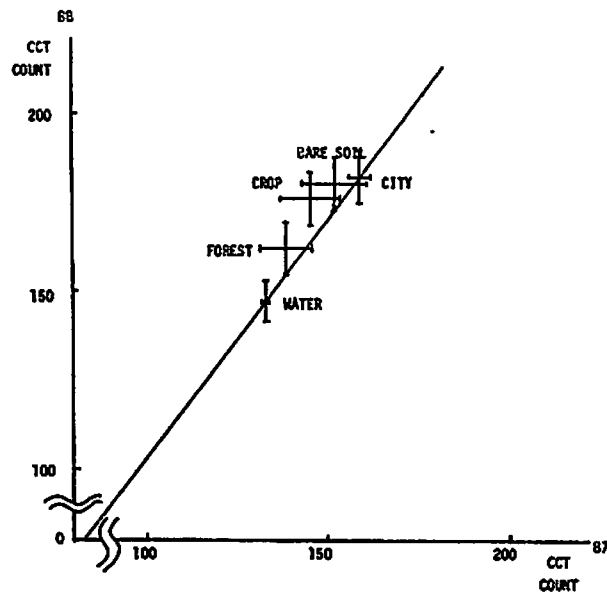


図-2 '87年と'88年のTM熱バンドの比較

成し、他の3項目の直線からのずれを調べることによって温度の傾向を調べた。結果を図-2に示す。グラフから土壌水分や蒸散作用の相違によるものと考えられる温度上昇が認められた。

2.4 Tasseled Cap 変換による植生環境

2.4.1 Tasseled Cap 変換の概要

Kauth, Thomasらは、Landsat MSSの4バンド画像において植生に対応する項目の特徴量分布形状を求め、これを“Taselesd Cap”と名付けた。さらにKauthらはLandsat MSSデータを用いて土壌の影響を受けない植生、あるいはバイオマスの指標を得るための直交変換を定義し、これをTasseled Cap変換とした。その後、この概念はTMデータにも拡張された。得られる指標は、第1成分として Brightness, 第2成分として Greenness, 第3成分として Wetnessである。第1, 2成分は主成分分析によって得られる特徴量と基本的に以ている。しかし、主成分分析ではTMデータの複雑な構造を促えるに足りず、変換のための係数も極端にシーンに依存している。それに対しTasseled Cap変換は、特に固有のデータ構造(植生)が強調でき、どのシーンに対しても応用可能な変換であるため時系列な植生解析に対して有効である。各成分の群細について以下に示す。

第1成分：Brightness

TMのバンド6を除く6バンドデータの重み付き総和である。またTMの場合は、中間赤外域のバンドが含まれ、バンド数も多いため、MSSデータを用いて得られるBrightnessとは厳密には同一ではない。TMデータから得られるBrightnessはデータ構造上、植生平面と土壌平面の交換によって定義される。

第2成分：Greenness

可視バンドと近赤外バンドとの間のコントラストによって得られるもので、緑被状態もしくは植

物量の把握に用いられる。

第3成分：Wetness

これは、TM データを用いた場合の Tasseled Cap 変換によって新たに得られた情報で、可視バンドと中間赤外バンドとの間のコントラストによって得られる。これは中間赤外域の波長帯が、土壌水分や植物水分に対し感度が良いためである。

本研究では、Crist らの変換係数を利用した。各係数を表—3 に示す。

表—3 TM データに適用される Tasseled Cap の係数

Feature	TM Band					
	1	2	3	4	5	7
Brightness	0.3037	0.2793	0.4743	0.5585	0.5082	0.1863
Greenness	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.0840	-0.1800
Wetness	0.1509	0.1973	0.3279	0.3406	-0.7112	-0.4572

2.4.2 Tasseled Cap 変換による植生状況把握

干ばつ被害の程度は、緑被状況の変化や地表面の乾湿の程度を調べることによって把握できるものと思われる。そこでここでは Tasseled Cap 変換によって得られる3成分の特徴量算出を行った。Wetness については逆数を取り Dryness という特徴量を算出した。表—4～6 に各特徴量の算出結果を示す。また写真5, 6には森林域をマスク処理した Greenness のレベルスライス画像を示す。Greenness の大小に応じ、低い値から高くなるにつれ赤系から青系の色で表現している。

表—4 分類項目と Brightness の変化

項 目	1987年	1988年	変 化
裸 地	133.03	133.77	+0.74
穀 物 畑	112.41	144.97	+2.56
森 林	94.24	89.90	-4.34

表—5 分類項目と Greenness の変化

項 目	1987年	1988年	変 化
裸 地	65.75	67.63	+1.88
穀 物 畑	104.10	97.65	-6.45
森 林	140.24	143.35	+3.11

表—6 分類項目と Dryness の変化

項 目	1987年	1988年	変 化
裸 地	175.55	178.06	+ 2.51
穀 物 畑	141.89	155.66	+13.77
森 林	98.24	102.71	+ 4.47



写真-1 1987年6月16日（干ばつ前）の
フォールスカラー画像

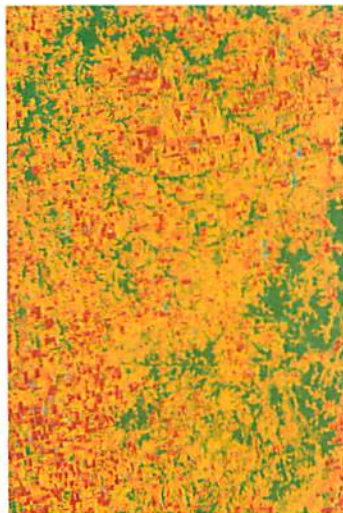


写真-3 1987年6月16日 NVIの
レベルスライス画像

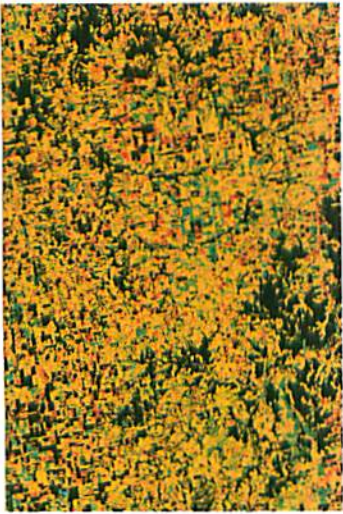


写真-5 1987年6月16日 Greennessの
レベルスライス画像

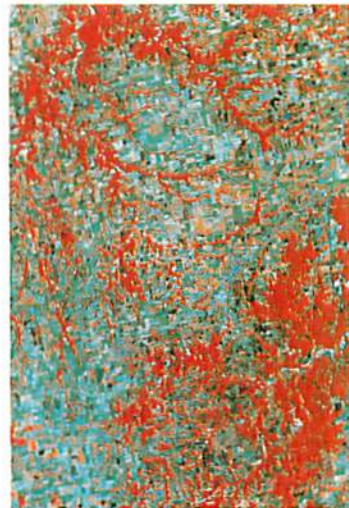


写真-2 1988年6月18日（干ばつ時）の
フォールスカラー画像

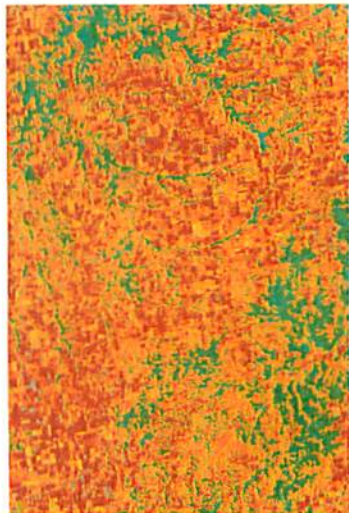


写真-4 1988年6月18日 NVIの
レベルスライス画像



写真-6 1988年6月18日 Greennessの
レベルスライス画像

2つの画像から、干ばつ前は比較的高い Greenness を示していた領域において、特にその減少が著しい印象を受けた。これは数字的にも確認でき、Greenness の値の変化は穀物畑においてのみマイナス傾向を示している。Dryness も特に穀物畑における値の増加が他項目と比較して著しい。また森林域に関しては穀物畑の領域で見られるような大きな変化は見られなかった。これは、干ばつにもかかわらず森林の機能の変化はあまり大きくないことを示していると思われる。

ここで、植物量への総和について表-1と表-5の結果を利用して試算する。すなわち裸地の Greenness を植物量0と仮定し、穀物畑の Greenness が植物量に対応しているとしたもので、88年の穀物畑における植物量は、前年比約38%減という結果が得られた。

§ 3. ま と め

本研究では、ランドサット TM データを用いて、Tasseled Cap 変換などを使い、植生域のモニタリングによって干ばつ被害調査を行ったが、干ばつ被害の統計的資料等から考えて、得られた結果は、ほぼ妥当なものであると思われる。また Tasseled Cap 変換は、時系列な植生状況の把握に対し有効な手法であることが確認された。植物量の減少は38%と算出され、これは米国全体でのとうもろこしの減収分と同程度であった。従って、本研究の対象地域は米国での干ばつ被害の代表的地域と考えてさしつかえないものと判断される。

参 考 文 献

- 1) Eric P. Crist and Richard C. Cicone: A Physically-based Transformation of Thematic Mapper Data-The TM Tasseled Cap. *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. GE-22, No.3, MAY 1984.
- 2) Ray D. Jackson: Spectral Indices N-Space. *Remote Sensing of Environment*, 13: (409-421).
- 3) 吉村・竹内: ランドサット TM データによる米国干ばつ被害地域の調査, 第8回日本リモートセンシング学会学術講演会論文集, p. 59-60, 1988年12月。
- 4) 吉村: Tasseled Cap 変換による植生解析の検討, 第9回日本リモートセンシング学会学術講演会論文集, p. 59-62, 1989年12月。
- 5) Eric C. Crist and Richard C. Cicone: Application of the Tasseled Cap Concept to Simulated Thematic Mapper Data. *Journal of the American Society of photogrammetry*, Vol. L, No. 3, p. 343-352, March 1984.