

## 土壌侵食要因に関する全球的分析

An Analysis on Soil Erosion Factors at the Global Scale

遠 藤 孝 夫\*・柴 崎 亮 介\*

Takao ENDO and Ryosuke SHIBASAKI

## 1. 研究の背景と目的

著者らは地球環境資源の持続的利用を目指した地球規模での土地利用計画（地球利用計画）に関する研究<sup>3), 12), 13)</sup>を行っているが、土壌侵食可能性が森林再生適地や農業の潜在的、持続的な生産性の評価における重要な評価項目として挙げられることがわかった。

土壌侵食を含めた土壌劣化に関するデータは、1990年に ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) と UNEP (United Nations Environment Programme, 国連環境計画) が土壌・環境の専門家の現地調査等に基づく知見をグローバルなデータベース (“GLASOD”; Global Assessment of Human Induced Soil Degradation, 以下「GLASOD」と記す) としてまとめたものが現在 UNEP/GRID より配信されている。GLASOD は現在入手できるグローバルな土壌劣化に関する情報の中で最も信頼性の高いものと考えられることから、これを用いて土壌劣化の要因分析を行う。特に土壌劣化の主たる原因とされている水による侵食（水食）と風による侵食（風食）に着目し、それぞれの要因をあらためて抽出・整理し、入手可能なデータを用いて要因分析を行った結果を報告する。

## 2. 方 法

2.1 利用データの概要<sup>15)</sup>

今回利用する GLASOD の概要は以下のとおりである。

GLASOD に含まれるデータは、現存する情報や250人を超える土壌・環境の専門家のそれぞれが専門とする地域における近年の人為的土壌劣化の状況についての知見を UNEP と ISRIC が共同でまとめたものである。ここで言う人為的土壌劣化とは、土地の農業適性や生物生産性や土

壌の生物学的機能などの視点から判定されたものであり、人間介入がごくわずかであったり土壌保全が成功して土壌が安定している地域や、自然過程によって劣化している地域は含まれない。GLASOD には、水食・風食などの土壌劣化の種類、劣化の度合、影響面積割合、森林伐採・過放牧などの劣化の主な原因といった情報が、地文学・自然地理学等に基づいて地域割りされたマップユニットごとに集計・記録されている。

## 2.2 水食・風食による土壌侵食要因の整理

土壌侵食などに関する文献<sup>8), 9), 16)</sup>より知見を得て、水食と風食それぞれの要因を抽出・整理した（図1）。気候や地形、土壌の性質、土地被覆等の自然条件のみならず土地の利用・管理方法といった項目に関しても考慮する必要性が挙げられる。

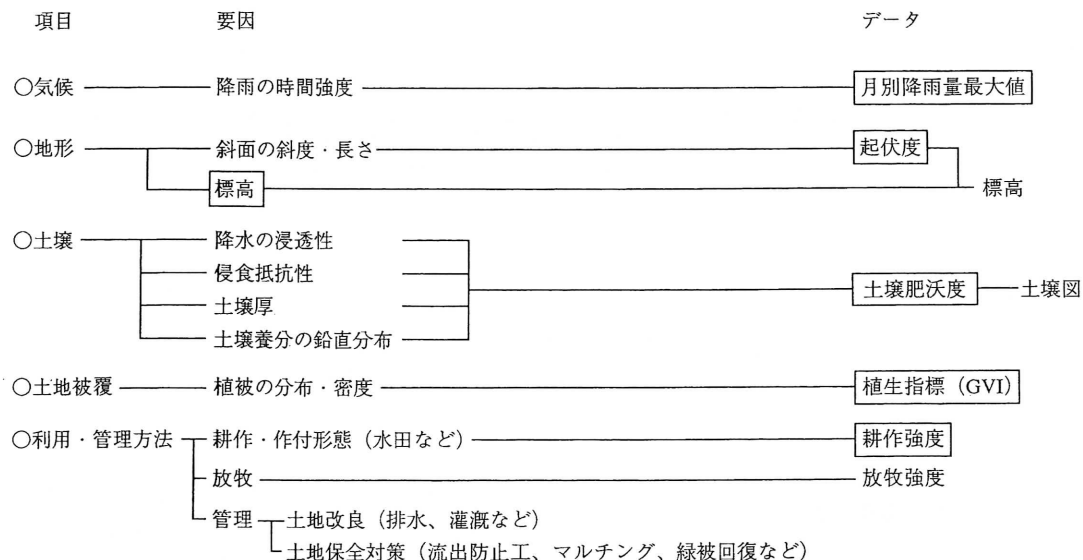
## 2.3 分析方法

要因整理に基づき利用可能なデータを用いて、水食・風食についての要因分析を行う。ここでは、土壌劣化の深刻度（劣化の度合と影響面積割合を総合化した指標で、軽度、中程度、重度、激しいの4段階、水食の深刻度は図2参照）を目的変量にして、水食については月別降雨量最大値、起伏度、標高、土壌肥沃度（FAO/UNESCOの土壌図より推定）、植生指標（GVI=Global Vegetation Index）、耕作強度の6つのアイテムを説明変量に、風食については乾季の長さ、標高、土壌肥沃度、植生指標の4つのアイテムを説明変量に用いて、GLASODがカバーしている北緯72度～南緯57度について10分メッシュ単位で数量化I類<sup>14)</sup>による分析を行った例を示す。

ここで、耕作強度とは図3に示すようにオルソンによる土地被覆分類（Olson World Ecosystem Classes Version 1.4D, 1989-91）<sup>10), 11)</sup>とマッシュズによる耕作強度

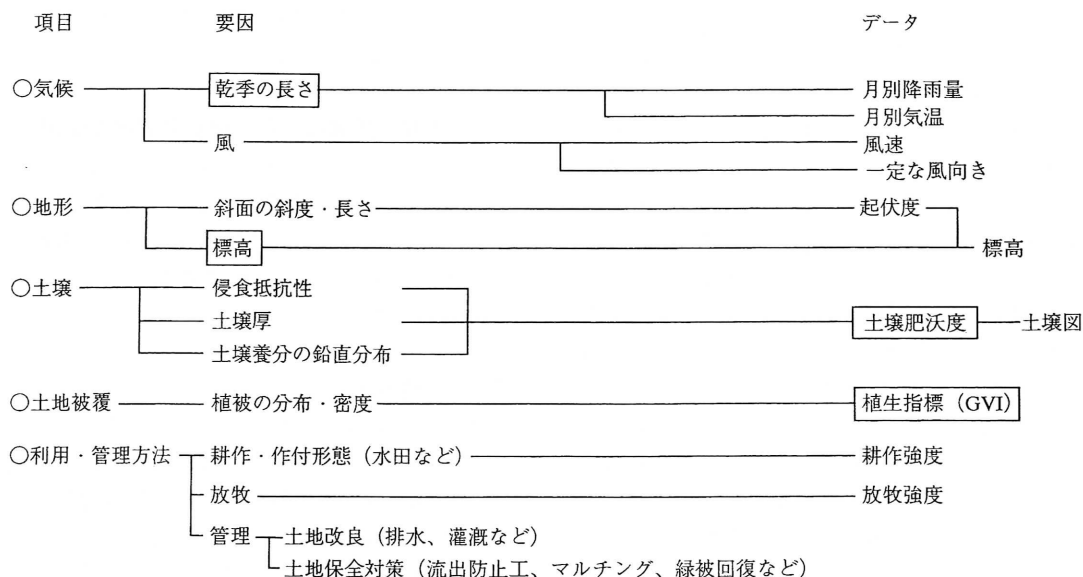
\*東京大学生産技術研究所 第5部

## 研 究 速 報



今回の分析で利用した変量

-a) 水食の要因と評価構成



今回の分析で利用した変量

-b) 風食の要因と評価構成

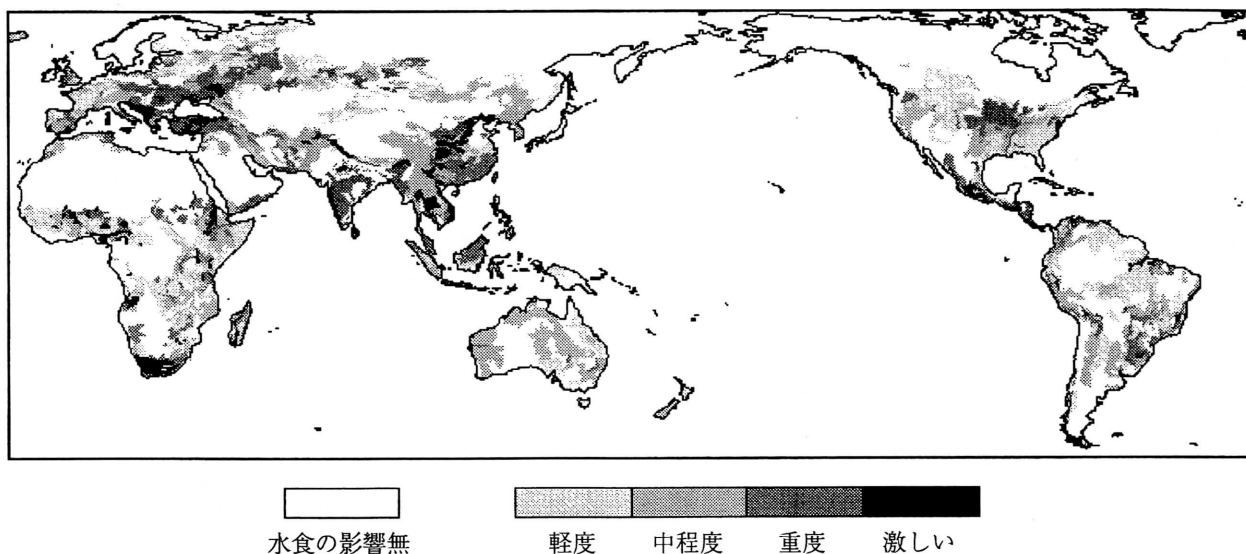
図 1 土壌侵食の要因と評価構成

(Matthews Cultivation Intensity, 1983)<sup>6),7)</sup> という空間精度の異なる 2 つのデータセットを組み合わせて作成した指標である。

## 3. 水食・風食の要因分析

## 3.1 水食の要因分析

図 4 -a) によると、耕作強度と植生指標が他に比べてレ



出処：GLASOD (UNEP/GRID)

図 2 水食の深刻度の分布

耕作強度		オルソンによる土地被覆分類 [10分メッシュ]	
		非農地	農地
マシュエズの耕作強度 (農地の割合) [1度メッシュ]	50%未満	1	2
	50%以上	1	3

図 3 耕作強度のカテゴリー分類方法

ンジが大きい。さらに、この2つのアイテムについてカテゴリーのウェイトの傾向を見てみると、耕作強度は非農地を示すカテゴリー1では水食の深刻度が小さい。農地を示すカテゴリー2, 3については両方とも水食の深刻度が大きい。耕作強度の高いカテゴリー3の方がより深刻度が大きいことが見受けられる。植生指標については、値の小さいカテゴリーすなわち、砂漠あるいはステップや半砂漠な

サンプル数; 183,842[pixel]      重相関係数; 0.276

アイテム	カテゴリー	ウェイト 小 ← 水食の深刻度 → 大	レンジ
月別降雨量最大値 [mm/month]	0 - 100		0.226
	100 - 200		
	200 - 300		
	300 -		
起伏度 [°]	0 - 1		0.160
	1 - 2		
	2 -		
標高 [m]	- 100		0.247
	100 - 250		
	250 - 500		
	500 - 1000		
	1000 -		
土壌肥沃度	高 ↑		0.288
	低 ↓		
植生指標 (GVI)	低 ↑		0.362
	高 ↓		
耕作強度	1		0.622
	2		
	3		

-0.3      0      0.3      0.6

—a) 水食に関する要因分析結果

サンプル数; 74,752[pixel]      重相関係数; 0.322

アイテム	カテゴリー	ウェイト 小 ← 風食の深刻度 → 大	レンジ
乾季の長さ [month]	0 - 2		0.853
	3 - 5		
	6 - 8		
	9 - 12		
標高 [m]	- 100		0.150
	100 - 250		
	250 - 500		
	500 - 1000		
	1000 -		
土壌肥沃度	高 ↑		0.705
	低 ↓		
植生指標 (GVI)	低 ↑		0.599
	高 ↓		
	高 ↓		

-0.5      -0.25      0      0.25      0.5

—b) 風食に関する要因分析結果

図 4 数値化I類による要因分析結果

## 研 究 速 報

ど植被の少ない地域では水食の深刻度が大きく、値が高くなり植被が増加するにつれて水食の深刻度が小さくなる傾向が見られる。

このほかのアイテムでも、月別降雨量最大値や起伏度は共に値が高くなるにつれて水食の深刻度も大きくなる傾向を示し、標高に関しては100 m 未満は水食の深刻度が小さく、それ以上では水食の深刻度が大きいという傾向を示すなどほぼ妥当な結果が得られた。

## 3.2 風食の要因分析

図4-b)によると、乾季の長さや土壌肥沃度、植生指標が比較的大きなレンジを示した。乾季の長さについては半年以上であると風食の深刻度が大きくなり、それより短いと深刻度が小さくなるという傾向が見られる。また、植生指標について着目すると、その値が大きくなるにつれて風食の深刻度が小さくなる傾向が読み取れる。

なお、風食については起伏度と耕作強度に関しては有意なレンジが得られなかったもので、ここでは両者を除いた結果を示している。

## 4. 結論と今後の課題

水食と風食の要因分析を全球的に行ったが、各アイテムにおけるウェイトの傾向から見てはほぼ妥当な結果が得られた。しかし、今回は土壌の性質を土壌肥沃度という指標で代表させており、他のアイテムのような理解しやすい結果が得られていない。土壌を侵食可能性の観点から分類し直すことが適当と考えられることからその導入を検討することが課題として挙げられる。

要因分析結果の利用方法としては、森林伐採や農地開発が行われた状況を想定して、植生指標や耕作強度について侵食の深刻度が最も大きいカテゴリーに設定してメッシュごとに各アイテムのウェイトを合計することで土壌侵食の可能性を推定することができるものと考えられる。

(1995年1月6日受理)

## 参 考 文 献

- 1) Abe, I., Shibasaki, R. et al. (1992): A Global Map for Forest Conservation, Proc. of 13th Asian Conference on

Remote Sensing.

- 2) Endo, T., Shibasaki, R. and Murai, S. (1993): A Framework of Global Planning of the Sustainable Use of the Earth, Proc. of 14th Asian Conference on Remote Sensing.
- 3) 遠藤孝夫, 柴崎亮介 (1993): 持続的な地球利用を目指した地球利用計画の検討の枠組み, 日本写真測量学会秋季学術講演会発表論文集, pp. 51-54.
- 4) 遠藤孝夫, 柴崎亮介 (1994): 土壌劣化の要因に関する全球的分析, 日本写真測量学会年次学術講演会発表論文集, pp. 155-158.
- 5) 本多嘉明, 村井俊治 (1992): 世界植生モニタリング, 写真測量とリモートセンシング, vol. 31, no. 1, pp. 1-6.
- 6) Matthews, E. (1993): Vegetation, Land-Use and Seasonal Albedo Data Sets: Documentation of Archived Data Tape, NASA Technical Memorandum #86107.
- 7) Matthews, E. (1993): Global vegetation and land use: New high resolution data bases for climate studies, Journal of Climatology and Applied Meteorology, vol. 22, pp. 474-487.
- 8) (社)農業土木学会編 (1993): 改訂三版農業土木標準用語事典, 農業土木学会
- 9) 岡村俊一, 春山元寿訳 (1993): 侵食 —理論と環境対策—, 森北出版
- 10) Olson, J.S., Watts, J.A. and Allison, L.J. (1983): Carbon in Live Vegetation of Major World Ecosystems, Report ORNL-5862, Oak Ridge Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- 11) Olson, J.S., Watts, J.A. and Allison, L.J. (1985): Major World Ecosystem Complexes Ranked by Carbon in Live Vegetation, A Database. NDP-017. Carbon Dioxide Information Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- 12) 柴崎亮介, 阿部功, 本多嘉明, 村井俊治 (1993): 地球規模での森林保全・再生適地評価と地球土地利用計画, 日本写真測量学会年次学術講演会発表論文集, pp. 39-44.
- 13) 柴崎亮介, 阿部功, 本多嘉明, 村井俊治 (1993): 地球規模での森林保全・再生適地評価と地球土地利用計画, 生産研究45巻7号, pp. 26-29.
- 14) 田浦秀春 (1985): 土木技術者のための統計解析 (モデル解析), 吉井書店
- 15) UNEP/ISRIC (1991): GLASOD: A Users Guide to the Global Digital Database, Document file in GLASOD.
- 16) UNEP (1992): World Atlas of Desertification, Edward Arnold.