

## INMET 降雨データを用いたブラジル・セラードの大豆・トウモロコシ二毛作と 雨季の変動性との関係分析

### Relation analysis of the rainfall characteristics and soy bean-maize double crop farming in Cerrado, Brasil, using INMET precipitation data

○花田 賢二\*, 石井 敦\*\*, 浅田 洋平\*\*\*

○HANADA Kenji\*, ISHII Atsushi\*\*, ASADA Youhei\*\*

#### 1. はじめに

ブラジルは世界最大の大豆産出国・輸出国であり、その生産量の 60%は、セラードと言われるアマゾン熱帯雨林南部の半乾燥地帯(大豆作付面積約 2,800 万 ha)に集中している。そこでの大作の特徴として、大規模経営(数百～数千 ha)、基本的に大豆+トウモロコシの二毛作、雨季限定の天水農業、の 3 点がある。セラード大豆作農業の既耕地での生産性の向上は、世界的な食糧の安定供給上で重要であり、また、セラードおよびアマゾンの農地の乱開発への抑止効果も期待される。

これまで、セラードの大作・トウモロコシの二毛作が降雨によって受ける影響を市町村レベルで分析した研究はほとんどなく、花田ら(2024)がマットグロッソ州(以下 MT 州)の 4 市について、現地農協から入手した 9 年間の日降雨データ等を用いて、雨季の期間と二毛作率の間に弱い関係があることを示したのみとなっている。

本研究では、新たに入手した INMET(ブラジル National Institute of Meteorology)によるより長期・広範囲の降雨データを用いて、セラード最大の大作生産州である MT 州 10 市の大作+トウモロコシの二毛作について、それぞれの単収・作付面積および二毛作率が雨季の変動により受ける影響を求める、灌漑の効果について検討した。

#### 2. 研究の方法

##### 2.1 研究対象地区の選定

INMET は 2002 年よりブラジル全土に自動降雨観測ステーションの設置を開始し、現在まで設置個所を増やしている。MT 州では 2008 年に設置個

所が大幅に増え、全 141 市に対し 37 市で 1 箇所ずつ設置され、今まで時間雨量データを観測し、Web 上で情報を公開している。本研究ではこの 37 市のうち、大豆作付け面積の大きい 10 市を研究対象地区として選定した。

##### 2.2 MT 州の降雨と二毛作分析の作業仮説

MT 州の雨季は 9 月～4 月で、乾季の 5 月～8 月はほぼ無降雨である。雨季の開始日は年変動が大きいものの、ひとたび雨季が始まれば、途中、ベラニコと呼ばれる小乾季(1～2 週間)がある以外は、ほぼ安定的に降雨がある。

二毛作では大豆作の方が収益性が高く、農家の主産物となっている。平均気温 25° C の亜熱帯気候で、大豆・トウモロコシの天水農業は基本的には降雨のみで制約される。大豆作期は平年で 10 月～4 月、トウモロコシは 1 月～7 月で、5 月 1 日～9 月 15 日は、主に土壤保全のため州政府が大豆の作付けを禁止している (Bazio Sanitario と呼ばれる)。

農家は雨季の始まりと同時に大豆の播種を開始し、およそ 120 日後に大豆を収穫。それとほぼ同時に大豆収穫後の圃場にトウモロコシを播種する。トウモロコシの収穫量は、播種から約 70 日後の雌穂形成期までの期間に十分な水が得られるかで左右される (花田, 2024)。

以上と、現地での農家からの聞き取り調査で得た情報をもとに、降雨と二毛作との間に、以下の関係がありうるものとして分析を行った。

1) 雨季が遅れても、雨季の長さが 120 日未満になる年はほとんどない。そのため、雨季の遅れは

\*筑波大学生命地球科学研究群, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

\*\*筑波大学生命環境系, Institute of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

\*\*\*東京農工大学 大学院農学研究院, Institute of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology キーワード: セラード、天水畑、大規模経営、大豆二毛作

大豆の単収・作付け面積に影響しない。

2)一方、雨季が遅れると、農家はトウモロコシの栽培期間中に雨季が終わることを懸念し、トウモロコシの作付け面積を減らす=二毛作率が低くなる可能性がある。

3)雨季が早く始まれば、農家はトウモロコシ作付け面積を拡大する（二毛作率が高くなる）。

4)その場合でも、雨季が早く終われば、トウモロコシの栽培に十分な期間の降雨が得られず、トウモロコシの単収が減少する。

5)大豆と比べて、トウモロコシの単収・作付け面積は、降雨による年変動が大きくなる。

## 2.3 分析に用いた資料

各市の降雨量のデータ（2008～2023年）は、INMETの自動観測所の時間雨量データをWEB上で入手し、日雨量を計算して用いた。その際、大きな欠損のあるデータは分析から外した。

同期間の各年の大豆およびトウモロコシの作付け面積は、IBGE（ブラジル国家統計局）のWEB上のデータベース（表1612, 2024）より入手した。二毛作率は単純にトウモロコシ作付け面積/大豆作付面積より求めた。

## 3. 結果と考察

### 3.1 大豆・トウモロコシ反収と二毛作率の変動

10地区とも、大豆、トウモロコシの単収・作付け面積は、16年間で増加傾向（順に約20%, 60%）が見られた。これは経年的な農地開発や栽培技術、品種改良、等によるものと考えられる。そこで、この影響を評価から外すため、単収・面積と年の一次近似式と実際の単収との残差を、各年の降雨のバラツキが反映された結果と考え、大豆とトウモロコシとで比較した（いずれも各地区の平均単収で各年の単収を割って処理した）。

結果、10地区のいずれも残差はトウモロコシが大きく、残差でおよそ6倍の違いがあり、トウモロコシの単収・作付け面積は降雨の影響で大豆よりも大きく変動することが示唆された。農家は雨季の変動があっても常に大豆作を優先し、雨季の残りの期間でトウモロコシを作付けするためと考えられる。

### 3.2 雨季の変動と二毛作の関係

単収および作付け面積には前述の経年的な増

加傾向がみられることから、大豆・トウモロコシの単収および二毛作率を目的変数、年次と雨季開始日S、および年次とSから雨季終了までの期間Tを説明変数とし、重回帰分析を行って、SとTが大豆・トウモロコシ単収および二毛作率に関係しているか（P値<0.05）を求めた。

結果を表1に示す。これより、大豆の単収はいずれの地区でも、S、Tとも関係がなく、雨季の変動による影響は受けないことがわかった。

一方、トウモロコシの単収はTと、二毛作率はSと、関係がありうる地区が数地区あり地区によって作業仮説2)、3)、4)の妥当性が示唆された。これらの地区はMT州で小降雨地域で降雨制約が二作目トウモロコシに影響しやすいと考える。

## 4. おわりに

セラードの大豆・トウモロコシ天水二毛作では、降雨の影響は主に雨季の始まりの遅れによってもたらされ、雨季の遅れがトウモロコシの作付け率および単収の減少をもたらしていることが示唆された。

雨季が遅れても早く大豆播種を開始できるだけの灌漑用水量を確保すれば、トウモロコシ単収を増加・安定化することが可能になる。ただし、逆に言えば、MT州においては、灌漑の効果はそのように限定的と考えることもできる。今後、このトウモロコシの増収の各種効果と、それに要する費用、公的支援の必要性等を検討したい。

表1 降雨の変動と二毛作の関係

地区	大豆単収		Maize単収		二毛作率	
	S	T	S	T	S	T
Água Boa	0.69	0.47	0.21	0.14	0.15	0.86
Brasnorte	0.29	0.27	0.48	0.46	0.29	0.11
Campo Novo	—	—	—	—	—	—
Campo Verde	0.42	0.72	0.94	0.58	0.39	0.94
Itiquira	0.32	0.21	0.22	0.24	0.35	0.28
Nova Ubirata	0.78	0.21	0.69	0.10	0.15	0.31
Paranatinga	0.78	0.28	0.22	0.76	0.31	0.05
São Félix	0.88	0.39	0.09	0.54	0.08	0.50
Sorriso	0.56	0.94	0.05	0.05	0.39	0.70
Nova Maringá	0.99	0.39	0.63	0.49	0.99	0.55

S: 大豆播種開始日

T: S～雨季終りまでの日数

## 引用文献

花田賢二他（2024），ブラジル・セラードの大規模天水大豆作農業における降雨特性が大豆二毛作に与える影響，2024年度農業農村工学会大会講演会講演要旨