

30. 食糧需給関係及び経済力格差にもとづく中国国内食糧輸送モデルの構築

Models of Domestic Food Flow in China due to Stock and Economic Gradient

一ノ瀬俊明*・王 勤学*・大坪国順*・劉 晨*

ICHINOSE Toshiaki*, WANG Qinxue*, OTSUBO Kuninori* and LIU Chen*

ABSTRACT; Two types of food transportation model (non-market type and market type) were established and numerical simulations on food stock in the middle-south China were performed. In case of no food transportation, severe food shortage appeared in urbanized area. In a non-market type model, food shortage has been gradually disappeared, increasing transportation co-efficient. Food shortage in productive area has also decreased and regional unbalance of food stock has almost disappeared. In a market type model, some coastal urbanized area showed a quick accumulation of food stock, increasing absorption co-efficient. Finally wide-scale food crisis has appeared in inland area.

KEYWORDS: food balance, food transportation, numerical model, market system, economic potential

1 はじめに

本研究は、中国における現状の土地利用、需給関係から予想される食糧の流れと、食糧ストックの脆弱性を評価し、そこから土地利用変化への圧力を読み取ろうというものである。食糧輸送は需給関係のみならず、経済力格差や輸送エネルギー、輸送コストが反映されたものになると考えられる。輸送エネルギー及び輸送コストの最大の決定要因は輸送距離である。現状での食糧生産、食糧需要、経済力等の分布をもとに数値モデルから導き出される食糧輸送パターンを示し、現状の輸送パターンとの比較、食糧需給をめぐる持続可能性の議論につなげたい。GDPの比に比例して、食糧余剰地域から食糧不足地域にメッシュ間の食糧輸送が起こる計画経済的（非市場原理型：配給型の意）モデル、メッシュの食糧吸引力分布形が当該メッシュのGDPに比例して決まる市場原理型（自由購入型の意）モデルの2つを提示し、中国の中原～華南地方を対象に2つのモデルによる食糧ストック分布の予測を行った。入力データとしては20kmメッシュ値（大坪編，1999）を用いている。また対象年次（初期値）は1995年頃としている。計算に際しては、解の安定性を考慮して定数項を決め、入力値を0～9にスケーリング（生産と需要は同じスケーリングを適用しており足し引きが可能）し、かつ無次元化している（例えば40000～80000kg/年は1）。距離についても20kmを1とするスケーリング・無次元化を行っている。

2 モデルの構造

2.1 非市場原理型モデル

モデルの基本式は次のとおりである。

*（独）国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba 305-0053, Japan

$$dS_a = (P_a - C_a + I_a - O_a)dt \quad (1)$$

$$I_a = \sum_b O_{ba} \quad (2)$$

$$O_a = \sum_b O_{ab} \quad (3)$$

$$O_{ab} = k(G_b/G_a)(S_a - S_b)/R_{ab} \quad (4)$$

変数は、

S_a : メッシュ a の食糧ストック ($a=1, \dots, n$)

S_b : メッシュ b の食糧ストック ($b=1, \dots, n$)

P_a : メッシュ a の年間食糧生産

C_a : メッシュ a の年間食糧需要

I_a : メッシュ a への食糧流入総量

O_a : メッシュ a からの食糧流出総量

G_a : メッシュ a の GDP (GDP 密度)

G_b : メッシュ b の GDP (GDP 密度)

R_{ab} : メッシュ a, b 間の距離

O_{ab} : メッシュ a からメッシュ b への流出 ($a=1, \dots, n, b=1, \dots, n$)

である。また定数は、

dt ($=0.1$ と設定)

k : 速度の次元を持つ定数 (輸送強度係数: 単位時間あたりの食糧移動量)

である。ただし、 O_{ab} は $(S_a - S_b) < 0$ の場合ゼロ (メッシュ a からメッシュ b への配給は起こらないもの) とする。

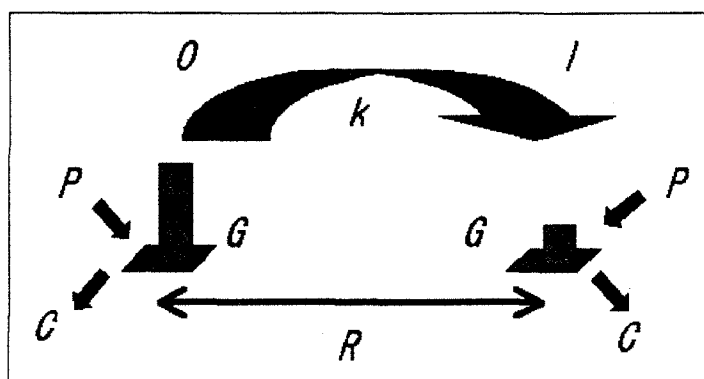


Fig.-1 非市場原理型モデルの構造

2.2 市場原理型モデル

食糧輸送パターンが市場原理で決まる場合には、食糧不足地域から食糧余剰地域への食糧輸送もありうる。また、それに伴うアンバランスを解消するため、食糧生産・食糧需要 (人口移動を含む) の調整が生じるはずである。このような考え方のもとに、以下に示す市場原理型モデルを提案したが、こちらのモデルの方が中国の現状により近いものと思われる。基本式は非市場原理型モデルと共通であるが I_a と O_a の与え方が異なってくる。

メッシュ a への食糧の流入ポテンシャル I_a を、メッシュ a の人口 N_a 、GDP G_a を用いて式 (5) のように定義すると、メッシュ b からメッシュ a への食糧流入量 I_{ab} は密度関数を用い、式 (6) のよ

うに表される。

$$I_a = pN_a G_a / G_0 \quad (5)$$

$$I_{ab} = I_a f(R_{ab}) / \int_b f(R_{ab}) dR_{ab} \quad (6)$$

つまり、メッシュの食糧を集める力は人口と GDP に比例するという考え方である。ここで、 p は単位時間あたり単位人口あたりの食糧吸引ポテンシャル（食糧吸収係数：単位時間あたり単位人口あたりの食糧需要量）、 G_0 は空間平均 GDP、 R_{ab} はメッシュ a 、 b 間の距離である。 G_a/G_0 は相対経済値というべきものである。ただし、メッシュ b における食糧のストック S_b が正でなければ流入は起こらないものとする（式 7）。一方、メッシュ a からの流出 O_a は、他のメッシュ（ここではメッシュ b ）へのメッシュ a からの流入の総和で定義され、式（8）のように表される。

$$S_b \leq 0 \rightarrow I_{ab} = 0 \quad (7)$$

$$O_a = \sum_b I_{ba} \quad (8)$$

ここで密度関数 f は、二次元水平面上におけるメッシュ a からの距離を R とすると式（9）のような性格を持つ。GDP の大きなメッシュは広く薄く食糧を集め、GDP の小さなメッシュは近場のみから食糧を集めるとする考え方である。よって式（6）が導かれる。

このほか、単位時間あたりのメッシュ毎の収支については、非市場原理型モデルと同じである。また、1 タイムステップあたりの変化量は p の値で調節できる。

$$f(R) = 1/G_a \exp(-R/G_a) \quad (9)$$

3 結果と考察

東西方向には上海から昆明、蘭州まで、南北方向には広州から北京までをカバーする 2220km 四方を対象に 2 つのモデルを適用し、タイムステップ 25 における計算結果を比較した。計算領域の内陸側縁辺部では領域の外部とのインタラクションがあるものの、それは表現されていないことから、解析結果の考察は、内陸側の縁辺部を除いて行う必要がある。つまり、これは中原～華南におけるケーススタディである（Fig.-2）。海洋もしくは中国国外の領土には、データが与えられていない。また、台湾の GDP を入力していないため、台湾については計算が行われない。なお、食糧需要は人口に比例（400kg/人・年）するものとしている。人口が沿岸部の大都市に集中し、四川盆地と河北平原、武漢、西安周辺にも人口が集まっているのに対し、食糧生産は主に大都市周辺（特に華東地域）と河北平原、四川盆地、武漢～長沙、南昌、西安周辺で行われている。人口や食糧生産に比べ、GDP は中位以上の地域が広範に分布している。なお、食糧ストックの初期値を 0 とした。

非市場原理型モデルでは、食糧輸送がなかった場合、武漢～長沙、四川盆地、南昌、華東地域、山東半島、河北平原で食糧ストックが蓄積されるのに対し、沿海部の大都市、重慶、雲貴高原などで飢餓が発生している。輸送強度係数を上げていくとこのアンバランスは解消に向かい、0.005 前後では局地的なアンバランスはほとんど見られない。また、0.04 付近以上では、飢餓リスクの高い地域への極度な集中が見られ、分布パターンはいわば反転している。

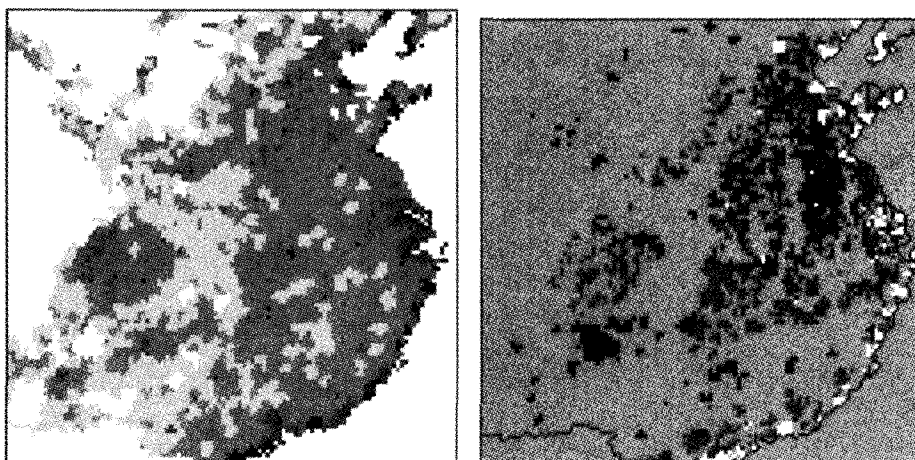
市場原理型モデルでは、食糧吸収係数を上げていくと、沿海部の大都市の一部ではストックが急

速に蓄積され始める。それに遅れて生産地でのストックが減り始め、内陸地域での広域的な飢餓の発生というアンバランスな分布が発生する (Fig.-3)。

4 結論

非市場原理型及び市場原理型の2つの食糧輸送モデルを構築し、中国の中原～華南を対象として食糧ストック変化の数値シミュレーションを行った。食糧輸送がなかったとすると都市域で食糧が大幅に不足するが、非市場原理型モデルでは、輸送強度係数を増やしていくと都市域における食糧不足が徐々に解消され、生産地におけるストックも減少していき、局地的なアンバランスはほとんど見られなくなる。一方市場原理型モデルでは、食糧吸収係数を上げていくと沿海部の大都市の一部でストックが急速に蓄積され始める。それに遅れて生産地でのストックが減り始め、内陸地域での広域的な飢餓の発生というアンバランスな分布が発生する。非市場原理型モデルで見られたようなアンバランスの一時的な解消は見られなかった。

今回は実際の食糧輸送パターンとの対比を行っていないが、そのためには卓越的な食糧のフローをベクトル表示するなど、食糧輸送における出発点と到着点を明らかにしなければならない。今後の課題としたい。なお、本研究は環境省地球環境研究総合推進費(1998-2000)「中国における土地利用変化のメカニズムとその影響に関する研究」(代表・大坪国順)の一部である。



左：Fig.-2 中原～華南における GDP 密度分布（濃色が高 GDP）

右：Fig.-3 中原～華南における食糧ストック分布（市場原理型モデル：淡色が高備蓄）
食糧吸収係数 0.5、タイムステップ 25 の状態。周辺の 1 メッシュを切り落としてある。

参考文献

大坪国順編 (1999) : LU/GEC プロジェクト報告書 V ～中国における土地利用変化のメカニズムとその影響に関する研究～, 地球環境研究センター.