

GA による LANDSAT-TM 画像を用いた農耕地適地選定

星 仰[†]蓑毛 聡之[†]茨城大学[†]

1. はじめに

これまで、稲垣・星¹⁾・山本²⁾らによって農耕地適地選定問題の研究は進められてきた。遺伝的アルゴリズム(GA)を用いることにより広範囲においても最適近似解を得ることができることを示されている³⁾。農耕地適地選定問題を解く際に地図を用いた場合、地物情報に関して新しさに欠ける場合がある。しかし、衛星画像を使用することによりこの問題はおおむね解消することができる。地図の作成には膨大な時間と労力を必要とするが、衛星画像の場合は短時間で広範囲のデータを得ることができる。地図を用いる場合、地図上から地物を判読する必要があるため、狭い地域での開発計画において、ある程度有効であるが、広い地域の開発計画には向いていないと言える。この研究では衛星画像を使用することにより、広範囲かつ最新の情報を使用することができることを示すことを目的とした。

2. 対象地域

福岡県甘木市を対象に農耕地適地選定問題を適応する。N33°25'31.22557", E130°43'36.82349"の地点から西に3km, 南に6kmの範囲とする。地球観測衛星 LANDSAT により、1997年4月24日に撮影された path=113, low=37 のデータを用いる。LANDSAT-TM の仕様は、バンド数7, 観測波長帯0.45-2.35 μm, 地表分解能30mである。

3. LANDSAT 画像処理

幾何補正については、標定点(GCP)を用い最小2乗法によって、アフィン変換式の係数 a, b, c, d, e, f, u, v を決定する。補間法はデータの値を壊さないという理由からニアレストネイバー法を使用する。画素単位分類については、この研究では最短距離法を分類手法として用いる。分類の手法としてよく使用される最尤法と、最短距離法を使用し、最尤法よりも最短距離法が線情報をより抽出できたので最短距離法を用いることにする。

4. 農耕地適地選定

作物の育成および土地開発、転用の可否を規定するさまざまな属性と属性状態を定義し、各属性のうち改善可能な属性を改善することにより作物総収量を最大化、総開発費を最小化する2目的最適化問題を解くことを目的とし、その手法として GA を用いる。この研究において対象とする作物は、水稻、小

麦、馬鈴薯の三作物とする。

4.1. GA のために必要なパラメータ

分割地区におけるパラメータは、交叉確率を0.2, 突然変異確率を0.01, 個体数を200, 世代数を50, 総開発費の上限を12.7億円とし、対象エリア全体におけるパラメータは、交叉確率を0.2, 突然変異確率を0.01, 個体数を2000, 世代数を50, 総開発費の上限を240億円とする。

4.2. 属性

この研究において、属性には共通属性と非共通属性の2つがある。共通属性とは、どの作物モデルにおいても利用されるもので、非共通属性とは、作物モデルごとに利用されるものをさしている。共通属性には、有効土層厚・れき含量・土性・地目・傾斜度がある。非共通属性には気象関連(発育に重要な期間内の平均気温や合計降水量など)がある。それぞれを栽培に適した状態順に5段階で評価する。

4.3. 改善可能属性

改善可能な属性は、有効土層厚・れき含量・地目・傾斜度である。それぞれを開発費の上限に応じて改善することにより総収量を増やすことが可能となる。表1にそれぞれの属性の属性状態の分け方を、表2にそれぞれの属性の属性状態の改善コストを示す。表1中の地目は水稻の場合で、その他の作物の場合は状態3と4が逆となる。表2中の地目1は水稻の場合で、地目2はその他の作物の場合である。

表1. 属性状態

状態	有効土層厚	れき含量	地目	傾斜度
4	100cm 以上	3%未満	水田	35' 未満
3	70~100cm	3~15%	畑地	35' ~ 3°
2	40~70cm	15~20%	笹生地・ 野草地	3~8°
1	25~40cm	20~30%	森林	8~10°
0	25cm 未満	30%以上	市街地	10° 以上

表2. 改善コスト(単位:万円/10a)

状態 前\後	有効土層厚			れき含量			地目1		
	4	3	2	4	3	2	4	3	2
3	48			5			10		
2	71	48		15	10		35	25	
1	94	71	48	20	15	5	70	60	35

状態 前\後	地目2			傾斜度		
	4	3	2	4	3	2
3	48			24		
2	25	35		60	40	
1	60	70	35	210	198	150

Appropriate area selection of agricultural development based on genetic algorithm using LANDSAT-TM image

[†] Hoshi, Takashi and Minomo, Toshiyuki

[†] Ibaraki University

5. モデルの適用

LANDSAT-TM 画像を用いて、福岡県甘木市の分析地区に対して幾何補正を行い画素単位分類をした結果を図 1 に示す。これを用いて水稻、小麦、馬鈴薯についてパレット解を求めた。それを図 2 に示す。また図 3 は、各作物の単価を考慮したものである。

6. 考察

甘木市の分析地区の場合、水稻は総開発費が少ないうちは小麦モデルに基いた開発を進めていく方が多くの収量を得ることを予想できるが、開発が進むにつれて水稻モデルを適応した方が多くの収量を得ることができるようになり、開発が終了したならば約

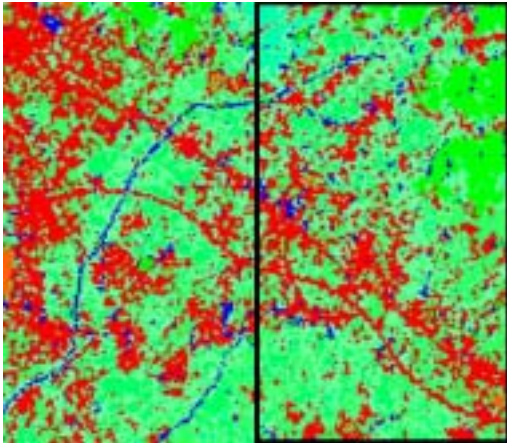


図 1：分析地区（黒枠部分）

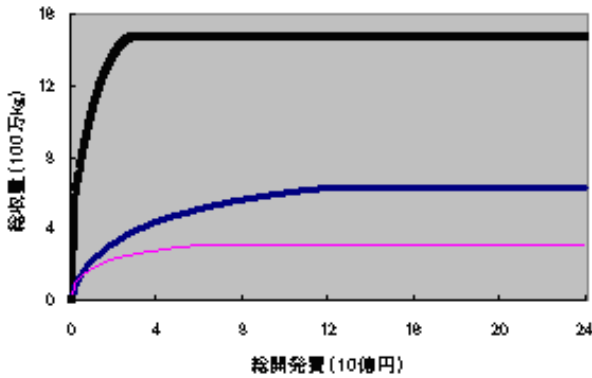


図 2：パレット解

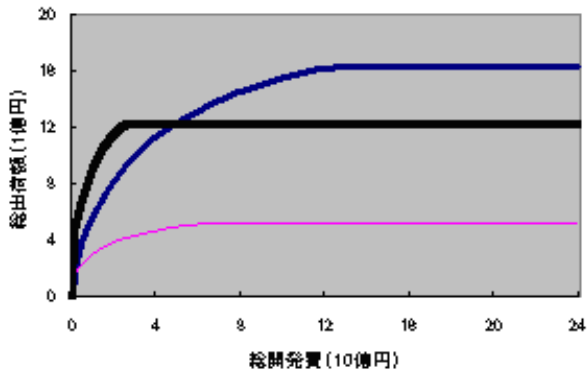


図 3：パレット解に対し単価を考慮

注) 図 2, 3 中の太線は馬鈴薯モデル, 中線は水稻モデル, 細線は小麦モデルの適用結果を表している。

2 倍の収量が期待できる。具体的には、水稻は総開発費が 3 億円以上になると小麦よりも総収量が多くなることが判明した。しかし、図 3 の総出荷額を見ても、この研究における最低の開発費である 1 億円の時点で水稻の総出荷額の方が小麦を上回っているため、実際に開発を行うのであれば水稻モデルに基いた開発を進めていく方が小麦を作るよりもよいと予想できる。また馬鈴薯は開発費用をあまりかけなくても収量を最大にすることが可能になることもわかる。しかし、馬鈴薯は他の 2 作物に比べ収量は圧倒的に多いが、生産者価格が安価なため利潤面では、馬鈴薯モデルに基いた開発が必ずしもこの地域で最適とは言えない。これに関して、図 3 より総開発費が 50 億円以上かけて開発を行った場合には、水稻と馬鈴薯の総出荷額が逆転することが予想できるため長期的に考えて開発を行うのであれば水稻モデルに基いた開発を行っていく方がよいといえる。開発が終了するのは、水稻は総開発費が 150 億円、小麦は総開発費が 74 億円、馬鈴薯は総開発費が 29 億円に達したときで、開発終了後の総収量・総出荷額は、水稻 632.3 万 kg・約 16 億 3323 万円、小麦 307.6kg・約 5 億 1554 万円、馬鈴薯 1466.5 万 kg・約 12 億 2189 万円である。資金をあまりかけずに開発をするなら馬鈴薯モデル、資金をかけて開発をするなら水稻モデルで開発を行うとよいといえる。この地域では小麦モデルでの開発は他の 2 作物のモデルに基く開発に比べてメリットが少ないという結果も得ることができた。

7. まとめ

この研究では、水稻、小麦、馬鈴薯の 3 作物のモデルについて GA に基いた農耕地適地選定問題を解き、その結果を得ることができた。上記の考察は一般論であるが、近年水稻に対する減反問題がある。このためには小麦や馬鈴薯の増産が有効であり、この研究のモデルが利用できる。

今後は衛星画像を使用した農耕地適地選定問題を複作物にも対応していけるようにすると、より実用的な研究となろう。

8. 参考文献

- 1) 星仰, 石田憲治: “リモートセンシングによる総合農業基盤の確立 - 既耕地の高度利用のための要因分析 -”, 日本写真測量学会 昭和 62 年度年次学術講演会発表論文集, pp.143-148, 1987.
- 2) 山本真靖, 星仰: “複数の PTYPE による遺伝的アルゴリズムを用いた農業耕地開発適地選定の研究”, 電子情報通信学会論文誌 J79-A, pp650-657, 1996.
- 3) 星仰, 川口大貴, 石田憲治: “GA による岩見沢地区の複作物の農耕地適地選定”, システム農学会一般研究発表会要旨集, No19 別冊 1, pp99-100, 2003.5.