

## H2 バイオマスの多面的利用に基づく土地利用計画に関する研究

### —中国黄土高原の事例—

Study on land-use planning based on multiple use of biomass. –Case of Loess Plateau in China–

指導教官 町村尚教授・地球循環共生工学領域

28H08042 部谷桂太朗 (Keitaro HIDANI)

**Abstract:** Mathematical land-use planning was done by linear programming using carbon reduction potential, soil conservation effect and economic revitalization effect as evaluation index, using the eucommia, black locust, maize cropping and apple tree in Henan Province, China. The carbon reduction potential is defined as net biosphere production (NBP) including human effects in the ecosystem carbon balance. Soil conservation effect and economic revitalization effect was estimated by USLE (Universal Soil Loss Equation) and margin of biomass products respectively. Conservation Ecology case was shown to be effective using the eucommia, black locust, and maize cropping. Economic revitalization case was shown to be effective using the all land-use candidate.

**Keywords:** Land-use planning, liner programming, Loess Plateau, carbon reduction potential, soil erosion, economic revitalization

#### 1. はじめに

1978年以後に中国政府は改革開放政策を実施し、驚異的な高度経済成長を成し遂げている。その反面、都市と農村との経済格差は開く一方であり、格差是正が問題となっている。一方で、中国の深刻な環境問題に砂漠化があり、現在砂漠は全土の1/3を占めている<sup>1)</sup>。そういった中、中国政府は砂漠化の進行を食い止めるため、急傾斜地の耕作を止めさせ植林を行う退耕環林政策という国家プロジェクトを打ち出した。この政策の主体は農民であるため、適切な土地利用が実施されていない場合が多い<sup>2)</sup>。また黄土高原での土地利用計画の事例はあるが、経済的な指標を考慮した研究事例はない<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、河南省の黄土高原地域である靈宝市において、農村の環境改善、経済活性化を促進させる最適な土地利用計画をおこなうことを目的とする。

#### 2. 方法

##### 2.1. 対象地域と土地利用候補

対象地域は中国河南省靈宝市であり、黄土高原の南東端に位置する。年平均気温は12.9°C、年降水量は650mmで、半乾燥地域である。土地利用計画をおこなうに当たって、土地利用候補として対象地域で一般的な、トチュウ、トウモロコシ、ハリエンジュ、リンゴの4種を設定した。

##### 2.2. 評価指標

評価指標として、低炭素効果・土壌保全効果・経済活性化効果の3つの指標を用いた。低炭素効果は生態系炭素収支による炭素固定と、収穫バイオマスの利用による石化資源代替効果の合計で評価した。トチュウからは、雄花茶・トチュウオイル・トチュウゴムを、トウモロコシは収穫して販売する場合を、リンゴはジュースを製造する場合を考慮した。土壌保全効果は土壌流亡予測式USLEによって評価した。経済活性化は収穫バイオマスの販売利益で評価した。

##### 2.3. 土地利用最適化

本研究では、数理的に土地利用の最適化を行うために、線形計画を用いた。ケースは低炭素・土壌

保全ケース，経済活性化ケースを設定した．変数を各樹種の面積とした．制約条件として，①土壌侵食量，②対象地面積，③食料消費量（自給率）④生産効率（コスト）を考慮した．目的関数は，各樹種の低炭素効果および販売利益の合計値が最大化する場合を設定した．制約条件のもとで設定した目的関数が最大となる最適解を線形計画法により算出した．

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 評価指標

評価指標の算出結果を表 1 に示す．土壌侵食量は空間分布のため変化率係数を示した．トチュウは 3 指標全てにおいて最高（低）値となり，土地利用候補 4 種の中で最も優れていることが分かった．

表 1 評価指標

評価指標	トチュウ	リンゴ	トウモロコシ	ハリエンジュ
低炭素効果 (tCO <sub>2</sub> /ha/y)	12.4	3.1	4.1	0.2
経済活性化効果 (元/ha/y)	32,668	21,554	8,602	0
土壌保全効果 (t/ha <sup>2</sup> /y)	0.002	0.442	0.516	0.007

#### 3.2. 土地利用最適化

表 2 より，トチュウは経済活性化ケースの場合と比較して大きな値となった．これはトチュウの低炭素効果が 4 種の中で最大であり，これが影響していると考えられる．リンゴは低炭素・土壌保全ケースで 0 となった．リンゴは低炭素効果が小さく，製品製造時のコストが高いことから 0 になったと考えられる．トウモロコシは低炭素・土壌保全ケースで最大となった．これはリンゴよりも低炭素効果が高く，収穫から販売までのコストが低いためであると考えられる．ハリエンジュは両ケースで同じ面積となった．これは制約条件で全体の 20%以上としたことと，ハリエンジュの低炭素効果，経済活性化がないことで最低値のみに依存したと考えられる．

表 2 線形計画法による実行結果 (ha/y)

目的関数	トチュウ	リンゴ	トウモロコシ	ハリエンジュ	最適値	土壌侵食量	食糧生産量
低炭素・土壌保全	2,710	0	6,986	2,424	62,730 tCO <sub>2</sub> /y	3,627t/y	43,873t/y
経済活性化	1,986	3,886	3,824	2,424	15,107 万元/y	3,713t/y	24,017t/y

### 4. まとめ

表 1 の評価指標を用いて線形計画法による数理的な土地利用の面積割合を求めた結果，低炭素・土壌保全ケースではトチュウ，トウモロコシ，ハリエンジュ 3 種での土地利用が有効となった．経済活性化ケースでは 4 種での土地利用が有効であることが分かった．今後の課題としては，線形計画法の制約条件を増やす他，線形計画での結果を用いて，空間的な最適配置を行うことが考えられる．

### 参考文献

- 1) 國友淳子．中国における砂漠化防止プロジェクト「日中 21 世紀中国首都環境緑化モデル拠点」．J Jpn. Soc. Reveget. Tech. 32(2): 312-316.
- 2) Jianguo Liu, Shuxin Li, Zhiyun Ouyang, Christine Tam, Xiaodong Chen. Ecological and socioeconomic effects of China's policies for ecosystem services. PNAS; July 15, vol. 105 no. 28: 9477-9482, 2008.
- 3) Xiuhong Wang, Changhe Lu, Jinfu Fang, Yuancun Shen: Implications for development of grain-for-green policy based on cropland suitability evaluation in desertification-affected north China. Land Use Policy 24: 417-424, 2007.