

中国内蒙古自治区河套灌区における農地・塩害地の土地利用変化と水収支の関係  
 Analysis on the relationship between land use changes of farmland and salt damage areas  
 and Water balance of Hetao Irrigation District, Inner Mongollia, China

○後藤愛華\*・守田秀則\*・赤江剛夫\*

○Aika Goto\*,Hidenori Morita\* and Takeo Akae\*

1.はじめに 本研究では乾燥・半乾燥地帯に属した灌漑農業地帯である中国内蒙古自治区の河套灌区を研究対象地としている。河套灌区は中国の中でも大規模に広がる灌漑農業地域のひとつである。しかし不適切な灌漑農業による塩類集積の発生の問題がある。本研究は2000年と2014年の教師付き分類による土地利用データおよび水収支に関わると考えられる情報(蒸発散量(Modis), 降水量(GSMaP), 灌漑用排水量)を用いて、農地及び塩害裸地の土地利用の変化と水収支の関係について明らかにすることを研究目的としている。また、本研究で用いる降水量・蒸発量は河套灌区の灌漑時期と考えられる各年度の4月～9月分を集計している。

2.農地からの土地利用変化 (1)研究方法：本研究は

Landsat による教師付き分類と Modis の蒸発散量 (mm), GSMaP の降水量(mm/yr)を使用している。農地の土地利用変化と水収支の関係を求めるため、多項ロジットモデルによる解析を行う。解析に使用する単位は Landart 画素の個数(画素：30m×30m)を用いる。従属変数は2000年に農地だったものから2014年に変化した土地利用種(塩害裸地、塩害草地、砂地、内水面、宅地(土)、宅地(コンクリート)), 説明変数は用水量(mm/yr), 排水量(mm/yr)と2000年~2005年の平均降水量(mm/yr)と蒸発散量(mm/yr)を使用している。農地で2014年に変化していないものを基準として多項ロジットモデルによる解析を行った。以下に多項ロジットモデルの式を示す。

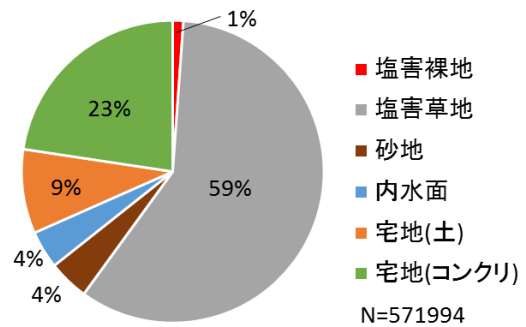


図1 農地から農地以外の土地利用への変化割合(%)  
 Fig1 Change of the farmland

$$P_{ik} = \frac{\exp V_{ik}}{1 + \sum_{i=1}^{N-1} \exp(V_{ik})} \quad V_{jk} = \sum_i \beta_{ij} \cdot X_{jk} + C_i$$

$P_{ik}$  : オブジェクト  $k$  がカテゴリー  $i$  となる確率,  $j$  : 説明変数の添字,  $k$  : オブジェクトの添字,  $X_{jk}$  : オブジェクト  $k$  における  $j$  番目の説明変数,  $\beta_{ij}$  : カテゴリー  $i$  の  $j$  番目における回帰係数

表1 ロジットモデルによる回帰分析結果(その1)  
 Table1 Calibration results of logit model(1)

土地利用(2014年)	切片	用水	排水	降水	蒸発
塩害裸地	1.5447	-0.0036 *	0.0028 *	0.0222 *	-0.0189 *
塩害草地	4.7075 *	-0.0007 。	-0.0001	-0.0175 *	-0.0153 *
砂地	11.7950 *	-0.0015 *	-0.0009	-0.0543 *	-0.0314 *
内水面	3.2306 *	0.0015 *	-0.0042 *	-0.0114 *	-0.0218 *
宅地(土)	5.0943 *	0.0000	-0.0020 *	-0.0302 *	-0.0071 *
宅地(コンクリート)	7.3862 *	0.0014 *	-0.0068 *	-0.0451 *	-0.0153 *

McFadden  $R^2$ : 0.0581, N=7000 \* : 有意確率1%未満, 。 : 有意確率5%未満

\* 岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University  
 キーワード：リモートセンシング, 水収支・水循環, 蒸発・蒸発散

(2)結果：図1に2000年における農地が2014年に他の土地利用に変化したLandsatの画素の個数の割合(%)を示す。農地から塩害草地に変化したものが多く占めている。表1にロジットモデルによる回帰分析結果を示す。表1から塩害裸地は変化後の土地利用の中でも用水量が最も少ない一方で、排水量が多い地域が特に塩害裸地に変化している可能性が高いと考えられる。また、砂地に変化したものは降水量と蒸発散量が最も小さい値となっている。そのため、降水量が少なく蒸発散量も小さい場所が砂地になる傾向があることが示される。次に、表2に多項ロジットモデルで従属変数は表1と同様に変化後の土地利用の種類、説明変数を水収支{降水量(mm/yr)+用水量(mm/yr)-蒸発散量(mm/yr)-排水量(mm/yr)}(mm/yr)として解析した結果を示す。基準は表1と同様に農地から変化していないものを使用している。表2から塩害裸地は最も水収支の回帰係数が小さいことがわかる。これは農地の中でも水の貯留量が小さいものが塩害裸地に変化していると考えられる。一方で、砂地に変化したものは塩害裸地・塩害草地に変化したものと比べ水収支の回帰係数が高い値を示している。

表2 ロジットモデルによる回帰分析結果(その2)  
Table2 Calibration results of logit model(2)

土地利用変化(従属変数)	水収支(説明変数)	
	回帰係数	切片
塩害裸地	-0.0021 *	1.3654 *
塩害草地	0.0014 *	-0.9760 *
砂地	0.0037 *	-2.6424 *
内水面	0.0043 *	-3.0552 *
宅地(土)	0.0016 *	-1.0835 *
宅地(コンクリート)	0.0039 *	-2.7453 *

McFadden R<sup>2</sup>:0.020. N=7000 \*:有意確率5%未満

3. 塩害裸地からの土地利用変化 (1)研究方法:2の(1)と同様のデータと手法で2000年に塩害裸地だったものが2014年に土地利用変化したものを説明変数、降水量(mm/yr)・蒸発散量(mm/yr)を従属変数としてロジット回帰分析を行った。基準には塩害裸地から変化していないものを使用している。(2)結果：図2に2000年における塩害裸地が2014年に他の土地利用に変化したLandsatの画素の個数の割合(%)を示す。図2から塩害草地や農地、宅地(コンクリート)に変化したものが多いことがわかる。表3に多項ロジットモデルによる解析結果を示す。表3から、塩害裸地から砂地に変化したものは蒸発散量が小さい値であることがわかる。また、塩害裸地の中でも蒸発散量が大きいところは農地や塩害草地に変化している傾向がみられる。

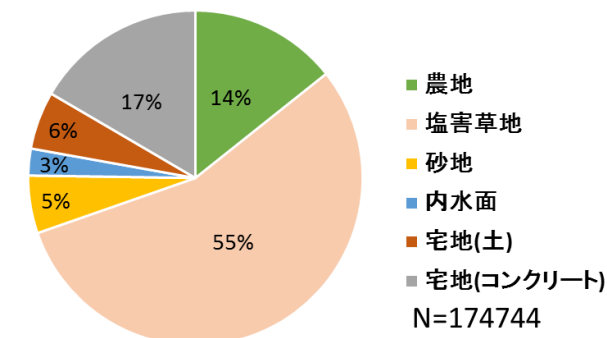


図2 塩害裸地から変化した土地利用の割合(%)  
Fig2 Change of the salt damage areas

表3 ロジットモデルによる回帰分析結果(その3)  
Table3 Calibration results of logit model(3)

土地利用(2014年)	切片	降水	蒸発散
農地	2.761 *	-0.040 *	0.054 *
塩害草地	6.689 *	-0.065 *	0.047 *
砂地	-2.024	0.006	0.029 *
内水面	10.272 *	-0.086 *	0.033 *
宅地(土)	-3.802 *	0.004	0.060 *
宅地(コンクリート)	1.327	-0.018 *	0.029 *

\*:有意確率1%未満, .:有意確率5%未満  
McFadden R<sup>2</sup>:0.0754, N=7000

4 まとめ 本研究では農地および塩害裸地の土地利用変化と水収支の関係について調べるため、多項ロジットモデルを用いて解析を試みた。適合度はどれも小さな値ではあるものの、概ね土地利用が変化する一因となるような特徴をとらえられたと考えられる。本研究はJSPS 科研費 26292128 の助成を受けたものである。