

刈取り草地と放牧草地の牧草生産量比較:空間分布に基づく数理モデルで

○塩見正衛(茨城大名誉教授)・陳 俊(西北農林科技大学)

1. はじめに

(1) 人工草地は、採草と放牧の2つの方法で管理・利用される。放牧草地 (CG) では、土地を均一に耕起、1~数種類の牧草を均一に播種・管理・刈取りする。放牧草地 (GG) では、均一に造成した後、数種類の牧草を均一に播種し、牧草量がある量に達したとき家畜を導入・放牧する。GG では、土・草・家畜を通じて土壌+植物体内の植物栄養 (PNR) が循環し、CG では、PNR は刈取りによって草地外に持ち出される。

(2) 本研究の目的は、土壌中の有効性窒素、有効性リン酸、カリや植物体内のそれらの誘導体 (すなわち PNR) の量が CG と GG で同一の条件のとき、「CG と GG のどちらがより多くの牧草量を生産できるか」を、数理モデルを利用して調べることである。

2. モデル

モデルは次の事項を基礎に成り立つと仮定する：(i) PNR 濃度と牧草量の関係は Mitscherlich の式に従っている；(ii) GG では土壌+植物体内の PNR 濃度の空間的な頻度分布はガンマ分布に従うが、CG では空間的に均一な分布に従う。また、CG での牧草の成長開始時と刈取り時は、GG での牧草の成長開始時と放牧終了時と同時である、CG と GG における PNR の自然流失 (流亡・蒸散など) は同量であるなど、できうる限り CG と GG の環境条件を同一にして、両者の牧草生産量を比較した。CG では、刈取り前の牧草量 (Case 1) と刈取り後の牧草量 (Case 2) の 2 Cases を考え、GG における放牧終了時の牧草量と比較した。GG では、放牧家畜に採食された PNR は糞尿の排泄を経て草地内で循環するが、CG では刈取りによって草地内の PNR は草地から持ち出される。

3. 結果と考察

モデル計算の結果の一部を下表に示す。この表で、 y_C は CG における牧草生産量で、この例の y_C は Case 2 に対応して得られた量である。 q は刈取り強度を表し、例えば $q=0.5$ は牧草の地上部現存量の 50% を刈り取った場合を意味している。 p は GG における PNR の空間分布の指標で、 $p=1$ をランダム分布と定義すれば、 $0 < p < 1$ のとき、ランダムよりも強い空間的不均一性 (集合していること) を表していて、小さいほど、強い不均一性である。 $p > 1$ のときランダムより弱い空間的不均一性で、大きな p は均一分布に近い。牧草量の比較では、Case 1 の場合には、常に $CG > GG$ であるが、Case 2 の場合には、逆に $CG < GG$ である。このような CG の牧草量 y_C と GG の牧草量 y_G の比較以外にも、モデルからいくつかの結果が導けた。例えば、(i) 刈取りや放牧後に、PNR の補充 (追肥) を行わなかった場合 (内蒙古の自然草地や日本の野草地におけるように) の CG と GG の牧草量を比較すると、 $GG > CG$ であること。(ii) PNR の補充 (追肥) を行って、PNR 濃度を CG と GG で等しく μ に戻した場合、PNR 補充の効率は常に $GG > CG$ であること等々である。この結果は、放牧草地の方がある面で、省資源持続的であることを物語っている。

p	$\Delta y = y_G - y_C$		
	$q=0.5$	$q=0.6$	$q=0.7$
0.01	-19.038	-3.190	13.349
0.05	4.253	20.101	36.640
0.1	18.753	34.601	51.140
0.2	33.737	49.585	66.124
0.5	50.276	66.124	82.663
1	58.674	74.522	91.061
2	63.822	79.670	96.209
5	67.315	83.163	99.702
10	68.559	84.407	100.946
100	69.715	85.564	102.102
1000	69.833	85.681	102.220