



Title	地形および放牧強度が傾斜地草地の生産性に及ぼす影響
Author(s)	小関, 忠雄; 野名, 辰二; 大久保, 正彦 他
Citation	北海道大学農学部附属牧場研究報告, 10, 53-73
Issue Date	1981-09-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48903
Type	departmental bulletin paper
File Information	10_53-73.pdf



地形および放牧強度が傾斜地草地の 生産性に及ぼす影響

小関 忠雄*・野名 辰二**・大久保正彦

関根純二郎・朝日田康司

(北海道大学農学部)

I 緒 論

わが国における畜産の飼料基盤を強化する観点から、この10数年、きわめて大規模に草地の開発、利用がすすむられてきた。しかし開発がすすむにつれて、その対象をしいに土地条件の劣悪な山地傾斜地に求められざるを得なくなり、そこには新たに検討すべき多くの問題が生じてきている。

すなわち、その造成は主に機械力を用いない蹄耕法など不耕起造成法によらざるを得なくなるであろうし、また機械力による施肥、掃除刈りなどの集約的な管理は不可能である。さらに利用方法が不適切であると草地の生産性は短年月で低下するが、その更新は地形上大きな困難を伴う。したがってこれらの草地では、生産性の低下、すなわち植生の劣化を防ぎ、安定した植生構造、安定した生産を保つことがとくに重要となってくる。従来、不耕起造成法については多くの研究がされてきたが、その後の利用管理と草地生産性との関連については、あまり検討されてこなかった。利用管理でみると、放牧強度はもっとも大きな問題と思われる。すなわち、山地傾斜地における草地では、放牧強度は人為的に調節を加えやすい要因の一つであり、かつ草地や家畜に及ぼす影響が大きいので、それらの関連性を正しく把握することにより、利用管理面への応用が可能と思われる。

放牧強度を高めると、イネ科、マメ科とも分けつ数、茎数が増え、密度の増加が認められる^{1,10,17,27)}。一方、地上部除去の割合が大きいことから葉面積指数が低下し、再生のための貯蔵養分の消費量の増加ならびに消費の長期化がおこり、再生速度の低下、ひいては乾物生産の低下をまねくことも指摘されている^{1,2,15,19,22)}。しかし、この影響は生産量の面からみれば翌春にもちこされず、3年間重放牧を続けても、4年目の収量は軽放牧を3年間続けた場合とほとんど差がなかったという報告もされている²⁾。また早川⁶⁾はヨーロッパと日本の気候の違いから、ヨーロッパでは雨が少ないため放牧草地のステップ化、裸地化が激しく、過放牧を極度に戒めているが、日本のようなモンスーン地帯に属する放牧草地では、過放牧による荒廃裸地化よりも利用

* 現所属 北海道立滝川畜産試験場

** 現所属 サツラク農業協同組合

度の低いことによる過繁荒廃が危険であると指摘している。このように、わが国においては極度の過放牧にならないかぎり、草地にとっては軽放牧より重放牧の方が有利であり、放牧強度を調節することにより、長草低密度草地の短草高密度型への改良も可能と考えられる。

本試験では、かかる観点から、蹄耕法によって造成された後10年にわたり比較的軽度の放牧強度により放牧利用されてきた傾斜地草地を用い、その草地生産性に及ぼす地形および放牧強度の影響を検討した。草地生産性の検討は、草量、植生、採食利用率、放牧牛の増体量などから行なった。

II 試験方法

1 供試草地および供試牛

試験に用いた草地は、北海道静内郡静内町に位置する北海道大学附属牧場の草地19.9 haで、1966, 67年に蹄耕法により造成された。佐藤¹⁸⁾によると造成時の播種草種はオーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、H1ライグラス、イタリアンライグラス、メドーフェスク、ケンタッキー31フェスク、ラジノクローバー、NZホワイトクローバー、アルサイクローバーであり、イネ科7種、マメ科3種であったが、試験開始時にはオーチャードグラス優占の草地となっており、マメ科率として被度で20~30%で、イネ科の従属種としてメドーフェスク、チモシーがみられた。

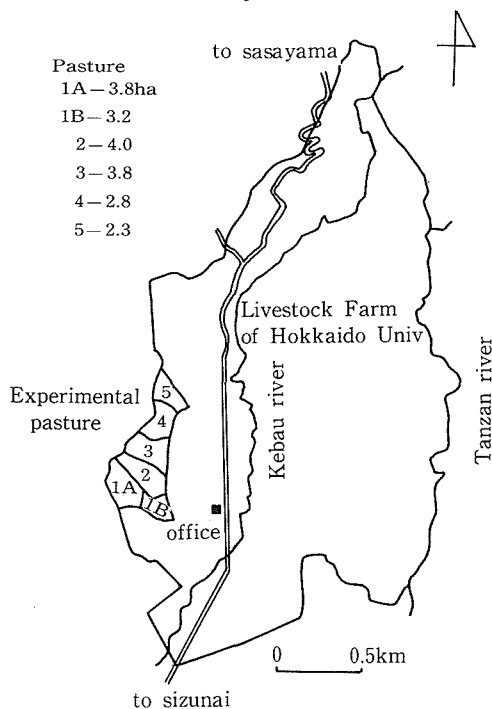


Fig. 1. Site of the experimental pasture

草地は図1に示されるように5牧区に分割され、ホルスタイン種およびヘレフォード種肉用育成牛の放牧育成に用いられてきた。試験は1976~78年の3年間実施したが、1976年はこの

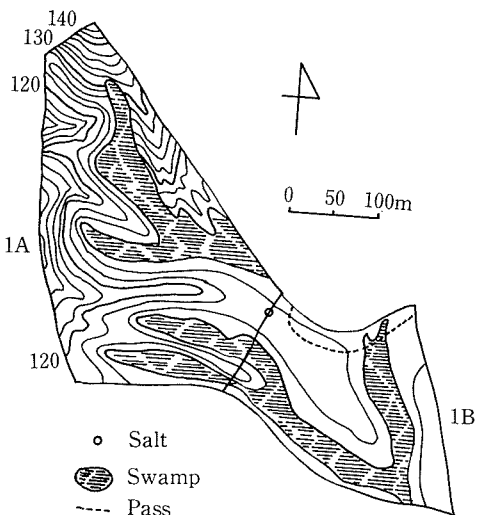


Fig. 2-(1). Landscape of experimental pasture 1A and 1B

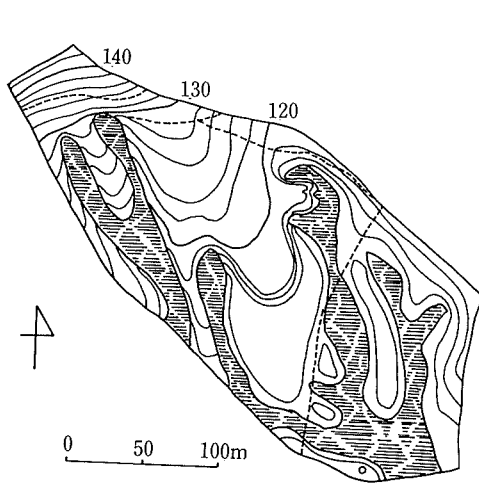


Fig. 2-(2). Landscape of experimental pasture 2

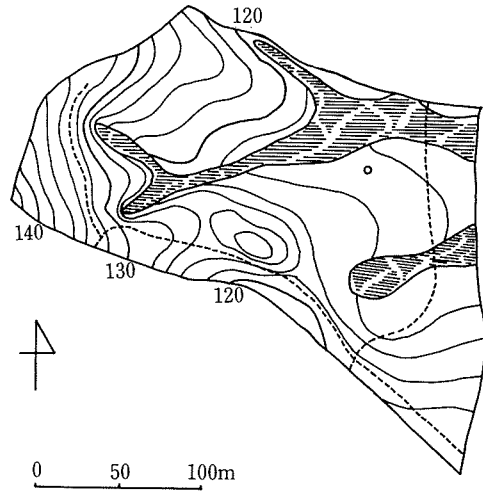


Fig. 2-(3). Landscape of experimental pasture 3

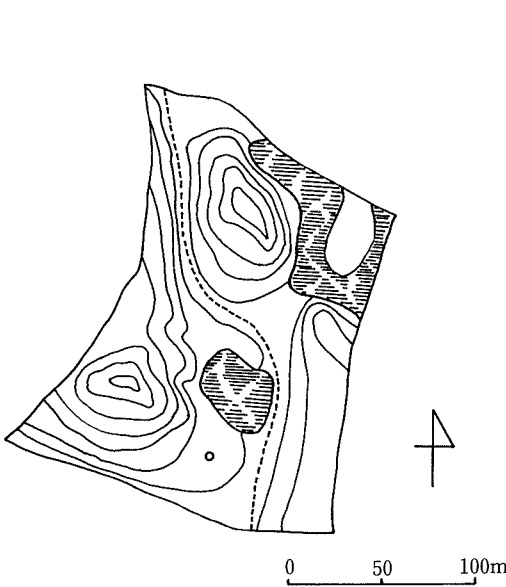


Fig. 2-(4). Landscape of experimental pasture 4

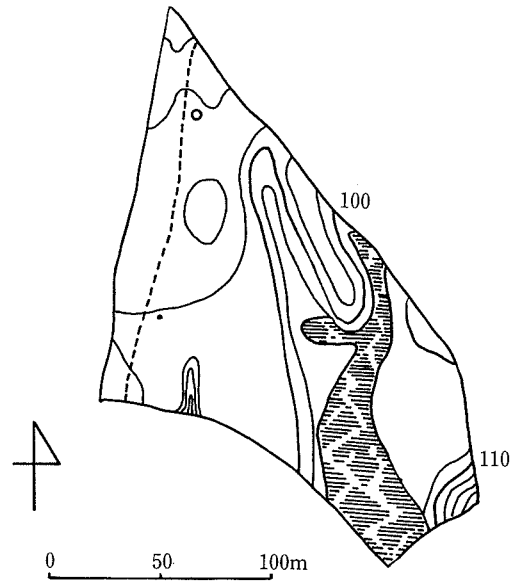


Fig.2-(5). Landscape of experimental pasture 5

5 牧区のうち 3 牧区の大きさを一定にするため、第 1 牧区を 2 分し、6 牧区として全牧区を用いた。供試牧区の概要は図 2 の通りであり、地形的には谷地、湿地が入り組んでおり、とくに第 1 A, 2, 3 牧区は海拔 95~145 m で、最大斜度 10~15 度の斜面をふくむ変化に富んだ地形であった。他方、第 1 B, 4, 5 牧区は、標高差 10 m 前後で比較的平坦であった。各牧区内には給塩施設を設置してあるが、給水施設はなく、第 1 A, 1 B, 2, 3 牧区では湧水を、第 4, 5 牧区では

沢水を利用している。また庇陰樹は各牧区とも所々に残っていた。なお各牧区とも地形上採食利用が出来ない部分があるため、その部分を除いた有効利用面積を求め、放牧強度の設定や採食利用率の算定にはこの有効利用面積を用いた。

供試牛はホルスタイン種およびヘレフォード種の肉用育成牛（主として2, 3歳齢）で、各年37～53頭を用いた。

2 試験処理

供試草地は表1に示すとおり地形および放牧強度により分け、草量、植生、採食利用率などに及ぼす地形および放牧強度の影響を調べた。放牧強度については、1976年は全牧区を前年までの強度に相当する軽放牧とし、77年は同様の軽放牧区とその1.5倍の重放牧区に分け、78年には再び全牧区同一強度として、その強度は前年の中間とした。地形の影響については1976、77年に、放牧強度の影響については77、78年に調査を実施した。

3 草地および牛の管理

草地管理については附属牧場慣行法により施肥および雑草木の刈り払いを行なった。施肥は年1回、7月中～下旬に草地用化成肥料（6-11-11）を150 kg/ha手まきした。したがって年間施肥量はN 9, P₂O₅ 16.5, K₂O 16.5 kg/haに相当した。また施肥に前後して、カリガネソウ、タラノキを中心に手鎌による雑草木の刈り払いを行なった。

供試牛は各年とも終日放牧とし、放牧期間は1976年が5月1日から10月26日まで、77年が5月11日から10月11日まで、78年が5月1日から8月28日までであった。各牧区の放牧輪換および滞牧日数は、76年で30日、4～7日間、77年で12～23日、2～10日間、78年で10～17日、2～6日間であった。放牧期間中、放牧牛には補助飼料は一切給与しなかった。また冬期間は舎飼とし、配合飼料を1歳齢時2 kg/日、3歳齢時3 kg/日給与したほか、乾草および牧草サイレージを自由摂取させた。

Table 1. Organization of experimental pasture

Year	1976		1977	1978
Stocking rate (head/ha)	Light (1.97)	Light (1.89)	Heavy (2.89)	Middle (2.24-2.38)
Landscape				
Sloping	Pasture 1, 2	3	1 A, 2	1 A, 2, 3
Level	Pasture 5,	4, 5	1 B	1 B, 4, 5

4 調査項目

1) 土壌調査

1977年5月に、第1A, 1B, 2, 5牧区の代表的斜面の3カ所において表土の厚さおよび表土および心土の土壌成分を測定した。土壌成分の測定には、簡易土壌検定器（富士平工業製）および赤外線水分計を用いた。

2) 植生調査

地形の影響については、1976, 77 年に傾斜地として第 1(77 年は 1 A), 2, 3 牧区, 平坦地として第 1 B (77 年のみ) および第 5 牧区について調査を行なった。また放牧強度の影響については、1977, 78 年に軽放牧区として第 3 牧区, 重放牧区として第 2 牧区を選び, 調査を行なった。いずれも調査方法は面積標本抽出法として, コードラートの設置は, 1976 年で 1 ha 当たり 2 カ所, 77, 78 年では 5~10 カ所とした, 牧区内を地形, 植生傾向によってブロックに分け, 各ブロック内で 1×1 m コードラート枠を random point method により設置, 調査した。

調査は毎放牧前後にコードラート枠内の草種, 草丈, 被度を測定し, その後地上 5 cm の高さで手鎌により刈り取り, 現存量を測定した。1978 年については, 刈り取り後に基部被度も測定した。

3) 体 重

放牧開始時および放牧中の各輪換終了時に供試牛の体重を測定した。

III 結果および考察

1 土 壌

土壌調査の結果を表 2 に示した。表層腐植土は 11~13 cm で, 全体としてやや薄く, 傾斜地と平坦地の差はなかった。表層の下は火山灰性の砂礫層で, 侵食を受けやすく, 表土のはげた牧道の傾斜部などで深い侵食の跡がみられた。pH は傾斜地, 平坦地とも低く, 4.0~4.5 の酸性土壌であった。磷酸吸収力は全体としてやや強い傾向を示し, また土壌水分は傾斜地においてやや高かった。

Table 2. Soil condition of the experimental pasture

Pasture No.	Landscape	Stocking rate		Thickness of surface soil	Moist.	pH -H ₂ O	-KCl	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P	Ca	K	P-Abs. ¹⁾
				cm	%									
1 A	sloping	heavy	S ²⁾	11-13	48.3	4.8	4.2	<1	<0.1	7	5.8	0.18	cont. ³⁾	1170
			B		35.5	5.5	4.7	<1	<0.1	<1	0.4	<0.07	cont.	<500
2	sloping	heavy	S	11-13	52.1	5.2	4.8	<1	<0.1	10	5.3	0.18	cont.	1080
			B		33.5	5.3	4.7	<1	<0.1	<1	1.0	<0.07	cont.	<500
1 B	level	heavy	S	11-12	39.7	5.2	4.5	<1	<0.1	10	2.5	0.20	cont.	1030
			B		34.0	5.5	4.7	<1	<0.1	<1	1.0	<0.07	cont.	<500
5	level	light	S	12	38.7	4.5	4.0	<1	<0.1	2	4.0	<0.07	cont.	950
			B		36.3	5.7	5.2	<1	<0.1	<1	0.4	<0.07	cont.	<500

1) Capacity of phosphate absorption. 2) S: Surface soil, B: Bottom soil. 3) 8mg/100g

2 草 地

1) 草地の概観

前述した通り造成時の播種草種はイネ科 7 種, マメ種 3 種と多様であったが, 放牧利用 10 年

を経てイネ科ではオーチャードグラス (OG) が優占し, メドーフエスク (MF), チモシー (TI) が従属種として混在し, 局部的にケンタッキーブルーグラス (KB) の優占がみられた。マメ科としては NZ ホワイトクローパー (WC) および在来種がみられ, マメ科率は被度で 20~30% であり, 草地全体として草種構成の単純化がすすんでいた。

主な野草はエゾノギンギン (*Rumex obtusifolius*, Linn.), オオヨモギ (*Artemisia japonica*, Thunb), カリガネソウ (*Caryopteris divaricato*, Maxim), スゲ属 (*Carex* sp.), クサソテツ (*Matteuccia struthiopteris*, Tadaro), ミヤコザサ (*Sasa nipponica*, Makino et Shibata) であり, その他散見された種類は 30 余種にのぼる。放牧牛はシダ類のクサソテツと特有の臭気をもつカリガネソウを除きよく採食した。また局部的にオオヨモギが群生し, 草丈の高い場所には立ち入ろうとしなかった。

供試草地には, 各牧区とも樹木が散在している。主な樹種はヤチダモ (*Faxinus mandshurica*, Rapr.), コナラ (*Quercus serrata japonica*, Nakai), シンジュ (*Ailanthus altissima*, Swingle), エゾヤマザクラ (*Prunus sargentii*, Rheder), ハルニレ (*Ulmus davidiana* var. *japonica*, Nakai) などであった。

2) 現存草量

放牧前の現存草量の変化を表 3 に示した。傾斜地と平坦地を比較すると, 1976 年では輪換 4 回次まで明らかに平坦地が多く, 5 回次以降では両者に差がなかった。また 77 年では 3 回次までは平坦地が多く, この後は差がみられなかった。しかし全体として 77 年の現存草量は, 76 年とくらべて少なかった。これは各牧区の放牧間隔が, 76 年では 30 日前後であったのに対し, 77 年では 15 日前後と短くなったためと思われる。

放牧強度の影響をみると, 放牧強度をかえた 77 年では輪換 2 回次以降, 軽放牧区が重放牧区にくらべ高い現存草量を示した。しかし, その差が季節の進行とともに拡大されるということではなく, 後述するように採食利用率が全体として低いため, 両区の差はそれほど大きなものではなかった。78 年では, 両区の現存草量の変化はきわめてよく一致した。この年は放牧強度を

Table 3. Herbage mass before grazing (fresh weight kg/10a)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Effect of landscape								
1976 sloping	288	875	1272	943	995	719	—	—
level	410	1242	1562	1497	942	727	327	—
1977 sloping	250	427	666	692	483	414	356	239
level	543	941	827	644	463	376	429	192
Effect of stocking rate								
1977 light	214	458	1107	1133	884	563	440	307
heavy	231	384	893	972	459	403	360	375
1978 light	126	265	467	589	428	332	159	141
heavy	138	266	529	610	389	332	147	134

両区とも同一にしてあり、前年の重放牧が翌年の生産量に影響しないことが明らかになった。BRYANT and BLASER²⁾も同様の報告をしており、重放牧は収量の低下をまねくが、この影響は翌シーズンにもちこされることはなく、3年間重放牧および軽放牧を続けた放牧地の4年目の生産量にはあまり差がなかったとしている。

78年の現存草量は全体として77年の60%以下に低下したが、これは78年春が全般に低温、寡照であったこと、前年の放牧間隔が短く、とくに秋期の休牧日数が短かったことなどにより、放牧開始時の草量が少ないまま放牧を開始したことが影響していると思われる。VOISON²⁵⁾は合理的放牧の第1の原則として草地の生産の回復をまつ十分な休牧期間を置くことをあげ、秋にはその生産速度が春の半分に落ちることから、春の2倍の休牧日数を要するとしている。また早川・宮下⁷⁾は札幌における滞牧日数の草生に及ぼす影響を調べた試験で、滞牧許容日数6日以内、放牧間隔は20日位と推定している。これらの指摘からみても、本試験の場合、秋期に十分な再生期間をおかないで放牧せざるを得ないことが草地の活力を低下させ、翌年の生産量低下の一因となったと思われる。

3) 草 丈

供試草地の優占草種であるOGの草丈を表4に示した。全体として7, 8月では80~110 cmと高く、ほとんど出穂し、立ち枯れするものも目立った。ここでも78年の草丈がやや低めで、現存草量と同じ現象と思われる。地形の影響をみると、76年の輪換4回次までやや平坦地で高かったのを除いて、差はみられなかった。また77年の3~5回次で軽放牧区が重放牧区にくらべやや高かったのを除いて、放牧強度による違いは認められなかった。

草丈の季節的变化は現存草量の変化と似ており、1977, 78年でみると両者の間に高い正の相関(0.8~0.9)が認められ、この草地の生産量がイネ科優占種のOGに強く支配されていることが示唆された。

Table 4. Height of orchardgrass before grazing (cm)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Effect of landscape								
1976 sloping	17	59	93	81	58	44	—	—
level	21	73	112	97	54	43	23	—
1977 sloping	17	29	66	91	58	40	35	26
level	25	52	81	77	36	38	35	18
Effect of stocking rate								
1977 light	16	28	75	112	87	48	39	—
heavy	15	22	55	88	43	36	29	—
1978 light	14	24	38	82	52	23	28	28
heavy	15	23	40	83	44	31	26	25

4) 被 度

草種別の冠部被度を表5~8に、牧草種の相対被度を表9, 10に示した。1978年については基

Table 5. Effect of landscape on coverage of pasture plants (1976, %)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	Av.
Sloping								
Orchardgrass	21.1	28.2	25.6	23.3	27.2	26.2	—	25.3
Other grasses ¹⁾	19.7	23.6	27.6	22.0	16.5	16.5	—	21.0
TI	6.6	11.0	14.5	9.8	6.3	3.5	—	8.6
MF	4.2	8.0	7.4	6.1	4.6	6.9	—	6.2
PR	1.3	0.2	1.3	0.6	0.0	0.2	—	0.6
KB	7.6	4.4	4.4	5.5	5.6	5.9	—	5.6
White clover	22.7	28.1	26.2	25.5	22.9	30.9	—	26.1
Weeds	11.8	10.7	17.5	17.2	9.6	12.4	—	13.2
Level								
Orchardgrass	26.0	33.3	28.6	32.4	33.3	29.2	23.6	29.5
Other grasses	14.3	14.4	22.2	12.2	18.3	16.3	12.6	15.7
TI	10.0	3.3	7.9	7.3	5.6	3.8	0.8	5.5
MF	3.0	11.1	10.3	4.1	11.9	11.6	7.1	8.4
PR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KB	1.3	0.0	4.0	0.8	0.8	0.9	4.7	1.8
White clover	20.8	33.3	30.1	43.9	28.6	23.1	23.6	29.1
Weeds	17.3	11.1	5.6	4.9	8.7	6.9	2.4	8.1

1) TI: Timothy, MF: Meadow fescue, PR: Perennial ryegrass, KB: Kentucky bluegrass.

Table 6. Effect of landscape on coverage of pasture plants (1977, %)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	8	Av.
Sloping									
Orchardgrass	18.2	22.4	24.6	21.2	23.3	27.6	22.3	21.5	22.6
Other grasses ¹⁾	12.2	13.0	11.5	15.0	12.9	13.2	16.0	18.7	14.1
TI	4.0	3.8	4.6	6.6	5.3	5.0	5.0	5.7	5.0
MF	5.7	6.8	3.5	5.2	5.3	3.9	5.9	8.9	5.7
PR	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	1.0	0.8	1.0	0.6
KB	2.5	2.4	2.8	2.6	1.7	3.3	4.3	3.1	2.8
White clover	11.1	8.7	12.7	20.9	23.3	19.9	23.5	19.9	17.5
Weeds	7.9	9.0	10.8	13.5	12.1	13.0	12.9	17.2	12.1
Level									
Orchardgrass	20.7	25.4	22.2	25.7	25.0	25.6	23.5	19.9	23.5
Other grasses	12.9	12.3	15.6	18.4	14.7	18.2	25.4	20.0	17.4
TI	5.8	5.4	5.9	7.7	5.2	5.5	9.0	3.7	6.0
MF	4.1	4.5	6.4	4.2	3.4	4.4	9.0	6.2	5.3
PR	0.0	0.2	0.0	0.8	1.6	0.7	0.7	1.0	0.8
KB	3.0	2.2	3.3	5.7	4.5	7.6	6.7	9.1	5.3
White clover	7.2	17.3	16.5	24.2	19.6	24.0	21.3	14.0	18.0
Weeds	5.7	8.2	8.3	8.4	8.5	7.7	9.0	5.2	7.6

1) See Table 5.

Table 7. Effect of stocking rate on coverage of pasture plants (1977, %)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	Av.
Light								
Orchard grass	17.6	21.0	13.3	23.8	22.6	30.4	26.2	22.1
Other grasses ¹⁾	8.5	4.5	8.4	12.9	13.2	5.1	10.7	9.0
TI	2.1	2.4	3.3	9.0	7.2	3.0	2.3	4.2
MF	6.2	1.8	3.4	3.5	5.7	2.1	5.6	4.0
PR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KB	0.2	0.3	1.7	0.4	0.3	0.0	2.8	0.8
White clover	7.1	7.6	14.2	22.8	23.2	19.1	25.9	17.1
Weeds	5.5	8.4	13.0	11.7	13.7	13.1	11.3	11.0
Heavy								
Orchard grass	22.9	19.2	23.8	20.0	22.1	25.8	20.7	22.1
Other grasses	9.5	10.2	7.2	13.5	8.9	11.2	16.4	11.0
TI	1.2	1.9	1.9	4.1	2.5	2.5	4.8	2.7
MF	4.7	3.5	1.6	4.1	3.7	3.2	5.7	3.8
PR	0.1	0.0	0.5	0.8	0.3	0.4	0.5	0.4
KB	3.5	4.8	3.2	4.5	2.4	5.1	5.4	4.1
White clover	7.9	6.4	15.8	17.5	24.9	17.9	23.0	16.2
Weeds	4.9	7.7	10.1	14.8	11.5	12.1	13.5	10.7

1) See Table 5.

Table 8. Effect of stocking rate on coverage of pasture plants (1978, %)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	8	Av.
Light									
Orchard grass	32.7	34.3	48.3	37.0	32.7	52.0	50.7	48.7	42.1
Other grasses ¹⁾	17.0	13.3	12.3	20.0	17.4	6.6	9.4	14.3	13.8 ^{a2)}
TI	10.0	7.3	5.0	12.0	6.7	2.3	0.7	2.3	5.8
MF	7.0	6.0	6.3	7.0	9.0	4.3	8.7	10.0	7.3
PR	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KB	0.0	0.0	1.0	0.7	1.7	0.0	0.0	2.0	0.7
White clover	23.7	40.0	27.7	28.7	34.3	30.0	29.0	24.0	29.7
Weeds	12.7	8.3	4.0	11.0	15.3	10.3	7.3	9.0	9.7 ^{b2)}
Crown coverage	86.0	96.7	92.3	96.7	99.7	99.0	96.3	96.0	95.3
Basal coverage	79.0	94.3	87.0	85.0	93.7	94.0	92.3	93.3	89.8
Heavy									
Orchard grass	25.3	34.7	34.0	35.3	34.7	45.7	55.7	42.3	38.5
Other grasses	26.9	23.8	34.6	32.6	20.3	15.4	14.0	23.3	23.9 ^a
TI	3.3	6.7	6.3	10.0	3.3	1.0	0.0	1.0	4.0
MF	5.3	10.7	13.0	15.0	8.3	6.0	9.7	13.0	10.1
PR	4.0	1.7	0.0	1.3	0.7	1.7	0.3	0.0	1.2
KB	14.3	4.7	15.3	6.3	8.0	6.7	4.0	9.3	8.6
White clover	30.0	29.7	23.7	23.3	32.0	30.7	24.0	27.3	27.6
Weeds	9.0	7.0	6.3	7.7	11.3	6.0	3.7	4.3	6.9 ^b
Crown coverage	91.3	95.0	98.7	99.0	98.3	97.6	97.3	97.3	96.8
Basal coverage	87.7	92.7	91.3	90.3	90.3	87.7	94.0	95.3	91.9

1) See Table 5.

2) Statistical significances were found between the figures with same superscripts. (a: $P < .01$, b: $P < .05$)

Table 9. Effect of landscape on relative coverage of pasture plants (%)

Landscape	Sloping		Level	
Year	1976	1977	1976	1977
Orchardgrass	34.9	41.7	39.7	39.9
Other grasses ¹⁾	29.0	26.0	21.1	29.5
TI	11.9	9.2	7.4	10.2
MF	8.6	10.5	11.3	9.0
PR	0.8	1.1	—	1.3
KB	7.7	5.2	2.4	9.0
White clover	36.1	32.3	39.2	30.6

1) See Table 5.

Table 10. Effect of stocking rate on relative coverage of pasture plants (%)

Stocking rate	Light		Heavy	
Year	1977	1978	1977	1978
Orchardgrass	45.9	49.2	44.8	42.8
Other grasses ¹⁾	18.7	16.1	22.3	26.6
TI	8.7	6.8	5.5	4.4
MF	8.3	8.5	7.7	11.2
PR	+	+	0.8	1.3
KB	1.7	0.8	8.3	9.6
White clover	35.5	34.7	32.9	30.7

1) See Table 5.

部被度も示した。一般に冠部被度調査時には、広がりの外縁を結んだ面積を調べるが、76、77年の被度調査は幾何学的な投影面積をみており、内部にあいた空間を除外しているため合計被度が低い、必ずしも残りが裸地となるわけではない。78年の調査では、一般の冠部被度を測定しており、したがって各年度間の直接の比較は出来ない。

地形による違いをみると、76年ではOG、WCが平坦地でやや高く、逆にTI、KBは傾斜地で高かった。また野草は傾斜地の方が高かった。77年ではKBが逆に平坦地で高かったのを除いて、草種による差はあまりみられなかった。野草はやはり傾斜地の方が高かった。KBは前述したように局所的な優占を示しており、牧区全体を表わしているとはいえない。

放牧強度の影響をみると、強度をかえた1977年では、KBを除いてほとんど被度に違いはみられず、類似した植生であったことがうかがわれる。これに対し78年では、OG以外のイネ科草および野草で両区に有意な差が認められた。前年の放牧強度の差は、現存草量でみた草地の1次生産にはまったく影響しなかったが、その草種構成は重放牧により多様化の方向を示し、とくにイネ科従属種のMFが増加するように思われた。野草における差は、重放牧による野草の喫食の増加、牧草に劣る再生速度で説明されようが、この程度の差ではコードラート設置位置による誤差も無視出来ない。78年には冠部被度と同時に基部被度も測定したが、両区にはほとん

ど差はみられなかった。

放牧強度と植生の関連についてはいくつかの報告があるが、川鍋・鈴木¹²⁾は不耕起造成草地での牧草と野草・雑木との競合およびそのコントロールについて論じたなかで、草地維持のためにもっとも重要な管理の一つは適当な強さの放牧であり、一般に牧草は強い放牧に適應するから、牧草群落を安定させるには野草群落より強い放牧をしなくてはならないと指摘している。EVANS³⁾はイギリスの山地傾斜地草地での過放牧による裸地化と土壤侵食を問題としている。これに対し早川⁶⁾は、モンスーン地帯に属する日本では、ヨーロッパの3倍以上の雨量があり、旺盛な plant vigor のもとで強い進行的遷移を示すため、放牧によってヨーロッパと同様の荒廃裸地化がおこるとは考えにくいとし、現実には放牧収容頭数が少なすぎることの弊害が大きく、もう少し放牧強度を高めた方が草地管理上有利と思われると指摘している。そして標準の3倍に相当する重放牧を行なった結果、草地の密度はむしろ増加して裸地化に至らなかったと報告し、日本の放牧草地では過放牧による荒廃裸地化よりも、低利用による過繁荒廃が危険で、ヨーロッパにくらべ若干強い放牧強度を加えるべきと結論している。また WEEDA²⁷⁾は、PR 優占の混播草地に重放牧を行なった結果、PR、OG が減少し、WC および KB と同じ *Poa* 属の *Poa annua*. L. が増加したと報告し、鈴木ら²¹⁾は、OG、PR、WC 混播草地での試験において、軽放牧では OG 割合が高く維持されるという結果を得ている。

重放牧下では喫食、踏圧が増加するとともに、草丈が低くおさえられることにより受光態勢の変化がおこり、植生変化の要因となっている。牧草の刈り取りおよび踏圧に対する抵抗性や光要求性²⁸⁾からみると、OG は刈り取り、踏圧に対する抵抗性では、他のイネ科草とほぼ同じか、むしろ弱い方であり、光要求性では MF や PR よりも日蔭に強く、軽放牧による過繁茂の状態が OG の優占する条件であったと思われる。これに対し重放牧により OG の繁茂による群落上部での光の遮蔽を少なくすることにより、OG 以外のイネ科草割合が増加したのであろう。

本試験の場合、重放牧は1年のみで、しかも放牧強度も軽放牧の1.5倍にすぎなかったが遷移の方向としてみると、軽放牧のままでは OG の優占が強まり、草種構造が単純化する方向が継続するのに対し、重放牧を加えると OG 以外のイネ科草の増加という逆方向への進行をうかがうことが出来た。

3 供試牛の健康および増体

放牧期間中に供試牛に発生した疾病は、趾間腐爛、ピンクアイ、ローデシア眼虫による眼疾、小型ピロプラズマ、気管支炎、外傷による膿瘍などであった。1976年にはとくに重度の小型ピロプラズマが多発し、感染牛の衰弱がみられたのに対し、77年では放牧経験のない2歳牛を中心に多少の発生がみられ、78年では大半が放牧経験のある牛であったため、ほとんど小型ピロプラズマの発生はみられなかった。ローデシア眼虫による眼疾は3年間とも多くみられ、毎年のべ10頭前後が下牧、治療を要した。また77年にはヘレフォード種1頭が重度の乳嘴腫のため廃用になり、ホルスタイン種1頭が谷地で事故死した。

表 11 には 1970 年より 76 年までの本試験草地での増体成績を示した。供試草地の経年生産実績は、放牧頭数などに大きな違いがあるため一概には比較出来ないが、のべ増体量および日増体量からみると、造成後 5, 6 年目にあたる 1971, 72 年がこの草地の生産力のピークにあたり、その後は漸減傾向にあると考えられる。

Table 11. Changes in annual productivity of experimental pasture estimated by the performance of cattle grazed.¹⁾

Year	Breed	No. of cattle	Days on grazing	Average of liveweight at : Turnout Housing		Total of liveweight gain	Average daily gain	ADG ²⁾ during winter
		head	days	Kg			Kg/head	per day
1970	D ³⁾	22] 26	190	246	385	3478	.73]	.56
	H	4]		225	330		.55] .70	.36
1971	D	24] 30	199	264	426	4782	.81]	.67
	H	6]		291	440		.75] .80	.48
1972	D	18] 30	199	213	380	4554	.84]	.70
	H	12]		298	427		.65] .77	.53
1973	D	15] 28	200	235	381	3750	.73]	.76
	H	13]		293	413		.60] .67	.53
1974	D	28] 41	199	195	312	4620	.59]	—
	H	13]		278	380		.51] .56	.51
1975	D	18] 37	201	272	402	4867	.65]	.46
	H	19]		232	365		.66] .65	.31
1976	D	25] 41	199	244	333	3937	.45]	.59
	H	16]		259	366		.54] .48	.54

1) From official records of Livestock Farm, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

2) Average daily gain.

3) D: Holstein breed, H: Hereford breed.

Table 12. Effect of stocking rate on daily gain, gain per head, and gain per ha during grazing period (kg)

Year	1977			1978 ²⁾
Stocking rate	Daily gain	Gain per head	Gain per ha	Daily gain
Light				
All cattle	0.71	105.72	257.50	0.65
2-year-old D ¹⁾	0.69			
2-year-old H	0.64			
3-year-old D	1.00			0.78
3-year-old H				0.48
Heavy				
All cattle	0.48	72.52	278.39	0.67
2-year-old D	0.36			
2-year-old H	0.47			
3-year-old D	0.87			0.75
3-year-old H				0.55

1) D: Holstein breed, H: Hereford breed

2) Treatment imposed in the previous year is designated for each paddock with the same stocking rate in the year.

放牧強度ごとにまとめた増体成績は表 12 の通りで、放牧強度をかえた 77 年では 1 頭当り増体量でみると重放牧区は軽放牧区の 69% に低下しているが、1 ha 当り増体量では 108% とわずかに増加しており、重放牧は家畜生産性には悪影響を及ぼしたが、草地生産性としてみれば、ほぼ同程度の成績であった。78 年は放牧強度が同じであることから、両区に大きな差はなかったが、前年重放牧をした牧区に放牧したものが、わずかにまさっていた。図 3 には 77 年の 2 歳牛の積算増体量ならびに各輪換ごとの日増体量を示したが、重放牧の増体への影響は輪換 3 回次から現われ、試験終了時には 35 kg の差が認められた。図 4 には、77、78 年両年を通して供試された牛のみをとりあげ、77 年の放牧強度の処理別に体重の変化をまとめて示した。ここで 1977 年 10 月 11 日から 78 年 5 月 10 日までは、全群同一条件下で飼養された。77 年試験終了時の体重差は 27 kg であったが、その後の冬期舎飼育期および 78 年放牧期を通して体重差はしだいに縮まり、78 年試験終了時には、体重差わずか 3 kg となった。日増体量は、77 年 10 月以降重放牧処理したものが 20% 前後高く、全期間ではほぼ同程度となった。

放牧強度と家畜生産の関係については、1 頭当りの生産性と単位面積当りの生産性を比較した報告が多く、放牧強度を増すと 1 頭当りの生産性は低下するが、単位面積当りの生産性は増

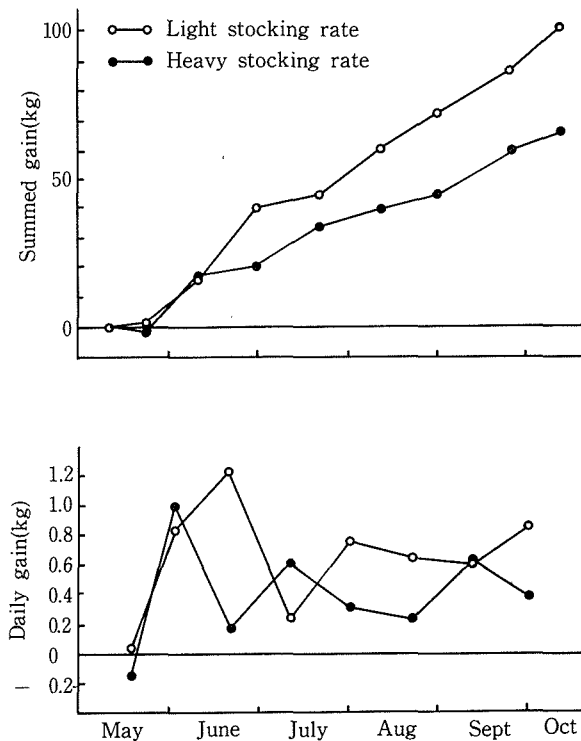


Fig. 3. Effect of stocking rate on summed live weight gain and daily gain(1977)

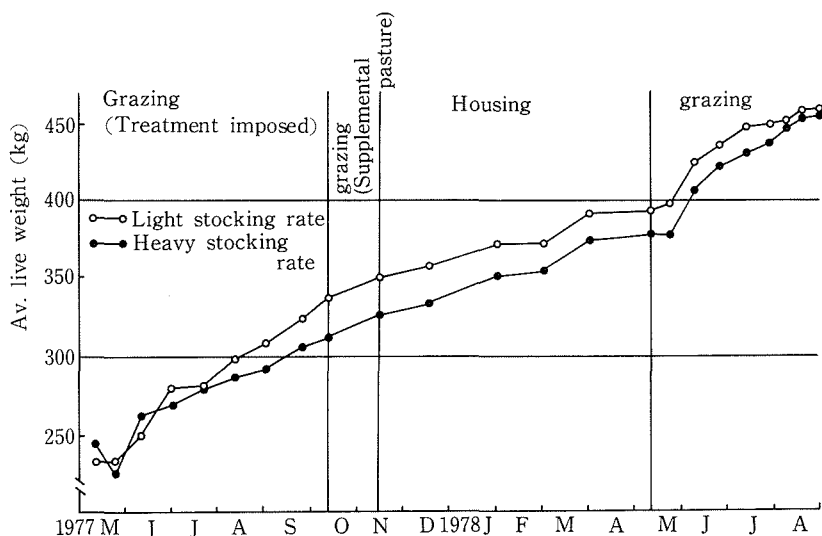


Fig. 4. Effect of stocking rate on live weight change in 1977 and 1978

大したとしている^{4,5,13,14,23}。しかし, ある水準以上に放牧強度を高めると, 1頭当りの生産性の低下がきわめて大きくなり, 単位面積当りの生産性も低下することが認められている²⁴。MOTT¹⁶は, これらの関係を検討し, 最適放牧強度について論じている。

放牧強度と品種との関連について独自に検討した報告はみられないが, 渡辺ら²⁶は放牧肉牛の増体量の品種比較から, 増体については品種の影響が大きく, 放牧によってより多くの増体を期待するには品種の選定とその品種に適した放牧地の設定が必要としており, 最適放牧強度も品種によって異なるものと思われる。表 11 に示された成績をみると, 放牧強度が比較的軽い 1970～73 年ではホルスタイン種がヘレフォード種よりも高い増体を示し, 放牧頭数の増加した 74 年以降では両品種間の差は小さくなった。また 77 年の重放牧区では, ホルスタイン種はヘレフォード種にくらべ低い増体であった。これらのことから, ホルスタイン種は比較的制限の緩い選択採食が許されるような場合には高い増体効率を示すが, 放牧強度の増加により, より大きな影響をうけるものと思われた。

4 草地利用率

放牧前後の現存草量の差から採食量を求め, その放牧前草量に対する割合を採食利用率として表 13 に示した。平坦地と傾斜地を比較すると, 1976, 77 年とも平坦地が安定して高い利用率を示したのに対し, 傾斜地は季節的変動が大きく, とくに春先の利用率が低かった。77 年の放牧強度別にみた成績では, 放牧輪換 4 回次までは明らかに重放牧の利用率が高かったが, その後はほとんど差がなかった。また放牧強度の選択採食への影響を検討するため, 調査用コードラートを設置した各ブロックの利用率の違いを変動係数でみると, 軽放牧区で変動係数が大きく, 選択採食の度合いが大きかったことが示唆された。78 年の利用率は全体として低く, 両区の

Table 13. Harvest index¹⁾ in grazing (%)

Rotation No.	1	2	3	4	5	6	7	8	Av.
Effect of topography									
1976 sloping	30	34	20	37	57	44	44	—	38
flat	—	58	64	70	48	60	55	—	59
1977 sloping	12	31	47	59	56	56	71	—	47
flat	35	61	55	57	64	65	67	—	58
Effect of stocking rate									
1977 light	6	18	41	39	62	52	—	—	36
heavy	11	25	50	67	58	51	—	—	44
1978 light	31	22	20	36	31	21	27	21	26
heavy	28	29	28	32	28	28	32	40	31

1) $\frac{(\text{Herbage mass before grazing} - \text{Herbage mass after grazing})}{\text{Herbage mass before grazing}} \times 100$

間に明白な差はみられなかった。地形と放牧強度の関連をみると、平地では重放牧区の方がつねに利用率が高かったのに対し、傾斜地では春から夏にかけて重放牧の方が高い利用率を示したが、それ以降は差がなかった。また同一牧区内の異なる地形間の比較をしてみると、重放牧には利用率に地形間の差はないが、放牧強度が低下すると急傾斜地の利用率の低下が大きく、とくに春から夏にかけて顕著であった。採食利用率は、当然現存草量によって影響されているが、現存草量が同程度でもなお地形の影響を考慮する必要があるだろう。

放牧強度を増せば利用率があがるのは自明のことでもあるが、それが制限の緩やかな軽放牧時の不食草も採食し、牧区内の採食利用が均一に近づくのか、それとも放牧家畜の選択採食はそのままで、部分的較差が拡大するのかは草地の植生にとって大きな問題である。HULL et al⁸⁾は重放牧では消化率が低下することから、放牧家畜は草量不足になりやむを得ず質のよくない部分まで採食しているのであろうと指摘している。また高野ら²³⁾が、利用率 45.8%の軽放牧では不食地が 33.9%であったのに対し、利用率 71.1%の重放牧では 7.5%に減少し、放牧強度と不食地面積の間に負の相関がみられたとしている他、SMITH²⁰⁾も放牧強度の増大は明らかに不食地の抑圧に効果的であるとしている。一方、伊藤ら¹¹⁾は、草高 25 cm にそろえた均質なオーチャードグラス草地 6 a へ放牧した後、草地を 2.5 m ずつ等間隔の方形に分けて採食状況を詳細に調べた結果、このような均質な草地でも不食部分が存在し、採食された部分でもその草高が 1~25 cm と大きなばらつきをしめしたと報告している。このように小面積、均質な草地でさえ家畜の選択採食が現われるのであるから、本試験草地のごとく、面積も大きく、地形も複雑で、植生の不均一な放牧地において、放牧強度を 1.5 倍に増したことにより利用率の変動係数が低下し、利用の均等化がみられたことは注目すべきことといえるだろう。

5 総合考察

本試験の結果からまず草地生産性に及ぼす地形の影響をみると、傾斜地では平坦地にくらべ

現存草量が少なく、野草の被度が大きかった。このような差の生じた原因としては、土壤侵食に起因する土壤流亡や施肥量の差などが考えられるが、本試験草地では土壤流亡はみられず、施肥量も平坦地とくらべてきわだった差があるとは考えられない。また地下部の現存量、あるいは根系のはり方が地形によって異なることも考えられるが、この点についての調査は行わなかったもので明らかではない。採食利用率も傾斜地では平坦地に比べ低く、季節的変動も大きかったが、この点については放牧牛の行動ともあわせて、なお検討の必要があろう。

一方、放牧強度の影響についてみると、本試験程度の重放牧では植生改良の効果は顕著には現われていないが、草種構成に対する改良方向は明確にされた。また牧区内の採食利用の均一化は、それまで採食をうけなかった地区への野草、雑木、とくに稚樹やタラノキなどの雑灌木の侵入を防ぐことになるのであろう。本試験草地は、造成時の植生から大きな変化を示し、その草種構成は単純化し、株上がりした OG の大きな株が目立ち、その株間を WC がうめるといった、わが国の経年草地によくみられる様相を呈していたが、これは一定面積に春から秋まで同一頭数を、しかも草量の不足する秋にあわせた頭数を放牧してきたため、放牧前半の軽放牧による過繁茂が原因と考えられる。施肥を夏至以降にするとという季節生産の平準化の対策もとられているが、この程度の放牧頭数では spring flush 時には草丈が 1 m を越す状態となる。こうした利用方法の繰り返しにより、上繁草で長日期の成長の旺盛な OG が草種間の光競争に勝ったものと思われる。草丈が高ければ放牧牛は高食いをし、OG の分けつは高い位置でおこり、株上がり現象に至ったのであろう。石田ら⁹⁾は、OG 草地の株の分布の調査から、個体の影響の強さは個体の大きさと函数関係にあり、また影響の強さは距離のほぼ 3 乗に反比例して近距離ほど強い影響をうけると述べているが、小株は隣接個体と競争関係にあり、大株の存在することで、大株間の弱小個体は次第に枯死していくものと考えられる。OG の大株化、ならびに株上がりの現象は株の老化を示すもので、OG 自体の草勢もしだいに衰えていくことになる。重放牧区の OG の相対被度の低下は、OG 株間の他種イネ科草の草勢回復を促がすもので、重放牧による植生改良の可能性を示している。

通常、集約草地においては、余剰草が多量にでる場合には乾草、サイレージなどにまわすことにより掃除刈りの効果を期待できるが、機械作業の不可能な山地傾斜地においては、放牧利用そのものがもっとも重要な草地管理法であり、とくに放牧強度は人為的に調節しやすいものの一つといえよう。しかし、その影響は複雑であり、様々な相互作用がからみあう土-草-家畜の生態系のなかでとらえ、系の安定を保ちつつ生産の向上を計らなければならない。放牧牛の増体という点からみれば、軽放牧の 1.5 倍という強度で増体量が 69% 低下したが、翌年までの通算日増体ではほとんど変りがなかったという結果からみて、発育途中のこの程度の発育停滞は回復可能なものとみてよいであろう。

本試験の結果から、重放牧による植生改良の可能性が明らかになったが、その改良効果がゆっくりしたものであるなら、数年にわたる長期的な処理が必要となる。一方家畜生産からみれば、

重放牧による悪影響はその後完全に回復されなければならない。この点から重放牧の程度も自ら限界が生ずる。また施肥などによって季節生産の平準化をはかったとしても、spring flush を完全におさえることは不可能であり、この間の過伸長による踏倒や嗜好性の低下による不食草の増大が再生を阻害することも考えられる。以上の諸点を考慮するならば、余剰草の掃除刈りの効果をもたせ、植生改良をすすめるためには、1 シーズン 1 回のかなり強度の重放牧が適当と結論づけられる。また植生構造や採食利用率などについては、傾斜地と平坦地の間に明らかに違いがあったことから、利用管理にあたっては地形も十分考慮する必要がある。

IV 要 約

1 蹄耕法による造成後 10 年間、軽放牧利用されてきた傾斜地草地 19.9 ha を用い、その草地生産性に及ぼす地形および放牧強度の影響を検討した。地形の影響については、1976、77 年に傾斜地部分と平坦地部分の比較を行なった。放牧強度については、1977 年に軽放牧区および放牧強度がその 1.5 倍の重放牧区にわけ、その影響を検討し、78 年には同一放牧強度にもどして前年度の処理の影響を検討した。

2 傾斜地は平坦地にくらべ草地生産量が小さく、優占草種であるオーチャードグラスの草丈も低かった。被度からみた牧草割合は平坦地で高く、野草割合は傾斜地で高かった。採食利用率は平坦地で安定して高かったのに対し、傾斜地では低く、季節変動も大きかった。放牧強度が高い場合には、地形間に利用率の差はなかった。

3 重放牧は草地生産量およびオーチャードグラスの草丈を低下させたが、翌年の成績には全く影響しなかった。軽放牧ではオーチャードグラス割合の増加、他のイネ科草の減少がみられたのに対し、重放牧では逆の傾向を示し、造成以来の草種構成の単純化方向を逆転させた。採食利用率は重放牧で高く、牧区内での採食利用の均一化がみられた。放牧牛 1 頭当りの増体量は重放牧によって低下したが、草地面積当りの増体量には変わりがなかった。また冬季舎飼期および翌年の放牧期を通した日増体には、重放牧の影響はほとんどみられなかった。

4 以上の結果から、傾斜地と平坦地の間には植生、採食利用率などに違いがあり、草地の利用管理上、地形を考慮する必要があること、および家畜生産に悪影響を残さず重放牧により植生改良をすすめるためには、1 シーズン 1 回の重放牧が適当であることが結論づけられる。

謝 辞

本研究の遂行にあたって牧場長八戸芳夫教授、高木亮司助手ならびに場員各位に多くのご協力をいただいた。また研究の遂行、とりまとめにあたっては、北海道大学名誉教授広瀬可恒博士のご指導、ご助言をいただいた。ここに心から感謝の意を表するものである。

文 献

- 1) AGYARE, J. A. & B. R. WATKIN, 1968. Some effects of grazing management on the yield and its components of some pasture grasses. *J. Br. Grassld Soc.*, **22**: 182-191.
- 2) BRYANT, H. T. & R. E. BLASER, 1961. Yields and stands of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. *Agron. J.*, **53**: 9-11.
- 3) EVANS, R. 1977. Overgrazing and soil erosion on hill pastures with particular reference to the Peak District. *J. Br. Grassld Soc.*, **32**: 65-76.
- 4) FREER, M. 1960. The utilization of irrigated pasture by dairy cows. 1. A comparison of rotational and strip grazing. *J. Agric Sci.*, **52**: 129-136.
- 5) HANCOCK, J. 1958. The conversion of pasture to milk: The effect of stocking rate and concentrate feeding. *J. Agric. Sci.*, **50**: 284-296.
- 6) 早川康夫, 1973. 放牧草地の生態学的管理の研究 2. モンスーン地帯における overgrazing の草地と家畜への影響 *北農試研報* **105**: 61-73.
- 7) 早川康夫, 宮下昭光, 1971. 永年放牧草地の特性と管理 4. 滞牧日数が草生と育成牛の増体に及ぼす影響 *北農試彙報* **98**: 67-73.
- 8) HULL, J. L., MEYER, J. H., BONILLA, S. E. & W. WEITKAMP, 1965. Further studies on the influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. *J. Animal Sci.*, **24**: 697-704.
- 9) 石田良作, 嶋村匡俊, 及川棟雄, 1974. 人工草地の植生構造 3. オーチャードグラス単播草地における株の分布状態, *日草誌* **20**: 11-15
- 10) 伊藤 巖, 1972. 積雪寒冷地帯の永年放牧地に関する生態学的研究. *北農試研報* **103**: 77-158.
- 11) 伊藤 巖, 佐藤康夫, 高畑 滋, 宮下昭光, 1969. 肉用牛の放牧と草地の管理. 1. 野草地と放牧地における肉用牛と乳用牛の採食行動について, *北農試彙報* **94**: 61-72.
- 12) 川鍋祐夫, 酒井 博, 1974. 牧草と野草・雑木との競合およびそのコントロール: 草地の不耕起造成技術における植物生態学的検討, 畜産の研究 **28**: 487-493, 605-610.
- 13) 小竹森訓央, 井村 毅, 広瀬可恒, 1972. 放牧強度が草地生産性に及ぼす影響. *日草誌* **18**: 122-129.
- 14) MCMEKAN, C. P. & M. J. WALSHE, 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *J. Agric. Sci.*, **61**: 147-163.
- 15) 三田村強, 1972. オーチャードグラス草地の乾物生産に及ぼす刈取りの効果, *東北大農研報* **24**: 55-93.
- 16) MOTT, G. O. 1960. *Proc. 8th Intern. Grassld Congr.* 606-611. (農林水産技術会議事務局 1971, 研究成果 50, 放牧による草地の利用方法に関する研究, 農林水産技術会議事務局 東京 p. 110 より引用)
- 17) 農林水産技術会議, 1971, 研究成果 50 放牧による草地の利用方法に関する研究 農林水産技術会議事務局, 東京.
- 18) 佐藤忠昭, 1970, 蹄耕法による草地改良に関する研究, 北海道大学大学院農学研究科修士論文
- 19) SHARP, L. A. 1967. Vegetation and animal response to grazing crested wheatgrass at three intensities and two seasons in southern Idaho. *Diss. Abstr.* **27**: No. 8, 2561B-2562B.
- 20) SMITH, A. ARNOTT, R. A. & J. M. PEACOCK, 1971. A comparison of the growth of a cut sward with that of grazed swards, using a technique to eliminate fouling and treading. *J. Br. Grassld Soc.*, **26**: 157-162.
- 21) 鈴木慎二郎, 高野信雄, 山下良弘, 1972. 輪換放牧における育成牛の行動と体重変化, *日草誌* **18**: 103-113.
- 22) TAINTON, N. M. 1974. Effects of different grazing rotations on pasture production. *J. Br. Grassld Soc.*, **29**: 191-202.
- 23) 高野信雄, 1969. 不食過繁地の生成要因とその抑圧に関する研究 1. 放牧強度と掃除刈りの影響, *北農試彙報* **94**: 73-78.
- 24) 裏 悦次, 1972. 施肥水準と放牧強度が家畜の生産性に及ぼす影響, *新得畜試研報* **3**: 25-29.
- 25) VOISON, A. 1961. *Grass Productivity*, Crosby Lockwood & Son Ltd., London.

- 26) 渡辺 寛, 永田俊郎, 光本孝次, 太田三郎, 1974. 放牧牛の増体量の品種比較, 日畜会報 45: 36-41.
- 27) WEEDA, W. C. 1965. The effects of frequency and severity of grazing by cattle on the yield of irrigated pasture. N. Z. J. Agric. Res. 8: 1060-1069.
- 28) 吉田重治, 1976. 草地の生態と生産技術, 養賢堂, 東京.

Effects of landscape and stocking rate on the productivity of pasture

by

Tadao OZEKI*, Tatsuji NONA**, Masahiko OKUBO,
Junjiro SEKINE and Yasushi ASAHIDA
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

Summary

The experiment was designed to study effects of landscape and stocking rate on the productivity of pasture using 19.9 ha of the pasture with 10-year management history under light stocking rate after established by hoof cultivation system. The comparisons were made on the herbage production between sloping and level area of experimental pasture to study the effect of on the productivity in 1976 and 1977. In 1977, experimental pasture was divided into two blocks of light stocking rate and of heavy one with a intensity of 1.5 times of the light. Then, in 1978, a uniform stocking rate was applied to examine the carry-over effect of the previous treatment.

The sloping area produced less amounts of herbage and was covered with smaller orchardgrass which was dominant species on pasture than those found on the level area. The coverage of pasture plants on sloping area was more intensively contaminated with weeds than that of level area. Animals grazed on level area more efficiently defoliated than those on sloping area. The harvest index by grazing was high and stable on level area throughout experimental period, but on sloping area it varied from season to season at a lower level than that on level area. Heavy stocking rate, however, demolished the difference in the harvest index between the areas.

Heavy stocking rate decreased amounts of herbage production and height of orchardgrass. The effect, however, was not carried over the productivity of the following year. Light stocking rate increased the proportion of orchardgrass in coverage of pasture plants and decreased that of other grass species than orchardgrass. Thus, light stocking rate encouraged species composition on pasture toward the direction to simplification. In contrast, heavy stocking rate tended to reverse the direction which has kept pace toward simplification since the establishment of pasture. Cattle under heavy stocking rate more efficiently defoliated than those under light stocking rate and uniformly grazed herbage available within a pasture paddock. Although heavy stocking rate decreased live-weight gain per animal, the gain per hectare was similar to that on light stocking rate. The effect of heavy stoking rate was not carried over the gain in wintering period and subsequent grazing period.

* Present address: Takikawa Animal Sci. Exptl. Sta. of Hokkaido
Government, Takikawa.

** Present address: Satsuraku Agric. Coop., Sapporo.

From the results of the present study, following two conclusions were obtained; firstly, as the harvest index by grazing and vegetation differed between sloping area and level area of the pasture, the consideration on landscape should be taken into grassland management, and finally, a single treatment with heavy stocking rate in a season is recommended to improve vegetation on pasture without adverse effects on animal performances.