

牧草地における標本の変動

誌名	北海道農業試験場彙報
ISSN	00183415
著者	新田, 一彦
巻/号	97号
掲載ページ	p. 46-52
発行年月	1970年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



牧草地における標本の変動

新田 一彦*

SAMPLING VARIATION IN GRASSLAND

By Kazuhiko NITTA

I 緒 言

標本はわれわれが知識を得ようとする集団からの少量の収穫物である。われわれはその標本についていろいろの事実を明らかにし、得られた事実に基づいてもとの集団についての推論を行なう。むろん、標本は知ろうとする集団の代表たり得るように抽出されなければならないし、標本の各個体の間にはいろいろの変動があるから、もとの集団に関する推論はその変動を見こして行なわれなければならない。これらはしごく当然のことながら実際には深く考えることなしに標本を採取し、その調査結果から安易に、もとの集団についての推論へと進んでいく例が少なくない。最近、川島氏も農業の研究における再現性の弱さと再現性追求に対する研究者自身の安易な態度を強く指摘し、その原因の一つとして統計学上の約束ごとや手続きの理解の不じゅうぶんさをあげているが、既知の母集団からいくつかの標本を抽出するときの偶然の法則に対する認識とか標本について得られた知識をもとの母集団にあてはめる前に、標本抽出操作自体を吟味するという配慮こそ研究結果の再現性を強め、母集団についての誤りない推論を行なうため、欠くことのできない重要な事項であるといえる。

ひるがえって牧草地を対象とした調査研究における標本抽出の実態を考えてみよう。牧草地は一般にイネ科牧草とマメ科牧草が混播されているとか、施肥ムラがあるとか、さらに放牧地となれば家畜の牧草に対する蹄圧、蹄傷、喫食ムラ、糞尿の還元などの要因が加わり、生産される牧草は量的にも質的にもかなり大きい変動があると考えられている。しかしながら、たとえば採草地の ha 当たり収量を推定するのに、変動係数が非常に小さいとされている水田の場合よりも小さい標本を用いることが多く、また放牧地における草生調査では大面積を対象にわずか数点のケージをおいて行なういわゆるプロテクトケージ法があり、これを用いてよく草量の推定が行なわれている。これらはいずれも標本抽出に関する理解の不徹底に基づくものと断ぜざるを得ない。このような観点から筆者は牧草に関して調査

あるいは分析を行なう場合の適正な抽出標本の大きさを知るために採草地や放牧地を対象とした牧草収量の変動とか小面積の牧草試験ほ場を対象とした牧草の成分含量および肥料の人力散布における分布量の変動について調査を行なった。むろん適正な標本抽出は一般にそれほど容易なものでなく、かりに抽出の任意化は満足されずとも母集団により変動の大きさは区々であり、標本の大きさをどれほどにするかということは種々の状況に応じて与えられねばならない。本報告における変動の調査結果もいわば一事例であり、一般化するにはさらにデータの積み重ねを必要としようが、牧草地における標本の変動に関しては過去の研究がきわめて乏しい現在、一つの明らかな事実として大方の参考にしゅうぶん供しうるものと信ずる。

II 調査のねらいと方法

一つは大面積の収量を推定する場合を想定して面積の大きい採草地と放牧地を調査の対象とし、いま一つは分析用の標本を採取する場合を想定して小プロットの試験ほ場を用い、標本変動の調査を行なった。それぞれの調査内容は次のとおりである。

〔試験1〕サンプリング単位の大きさと収量変動に関する調査

牧草地の収量を推定する場合の単位面積は $1 \sim 2 \text{ m}^2$ とすることが多いがこれは労力その他を考慮して便宜的に行なわれているものでくに確たる根拠はないようである。しかし、一般にサンプリング単位を大きくとればとるほどサンプル間のバラツキは小さくなるがある大きさ以上になるとバラツキはあまりかわらなくなることが知られている。牧草地においてはこの点に関する資料が乏しいので望ましいサンプリング単位の大きさについて知見を得たいと考えて調査を行なった。

調査時期：昭和44年6月19日

調査場所：十勝中部地区大規模草地第3牧区内平坦地
(放牧採草兼用地)

草地造成年次：昭和41年

調査面積： 264 m^2

* 草地開発第一部 草地第3研究室

草種構成：オーチャードグラス、チモシー、メドフェスク、ラジノクロバ（イネ科牧草の草高約50cm）

調査方法：昭和44年度のサイレージ用に収穫する直前に対象地 264m² を 1m×1m ずつに等分し、264区の生草収量を測定した。なお、すでに昭和36年に北農試畑作部において同様の趣旨で5,400m²のほ場を対象にえんぱくを用いて uniformity trial を実施したので参考記録として掲げた（試験結果の項参照）。

〔試験2〕採草地における牧草収量の変動調査

地力変動が比較的小さいと考えられる耕地内草地で刈取り時期によって収量変動がどのように違うかを知ろうとして次のような調査を行なった。

調査時期：昭和39年～41年

調査場所：北海道農業試験場畑作部内総合組立試験輪作混播草地（B, C, Dほ場）

草地面積：B, C, Dほ場おのおの2.0ha（80m×250m）

草地構成：〔Bほ場〕オーチャードグラス、アカクロバ（昭和38年播種）

〔Cほ場〕アカクロバ、チモシー、イタリヤンライグラス、メドフェスク（昭和39年播種）

〔Dほ場〕アカクロバ、チモシー（昭和40年播種）

調査方法：まず2.0haの草地を基盤目状に160区に区切り、これをリスティングしたのち、乱数表によって50カ所の調査位置をきめ、その位置に、あらかじめ識別し易くラベルした太い針金をさした。次に牧草の収穫適期に、さきにきめた位置を中心に半径1.78mの円をかき（円の中心部と他の一端に鉄ピンを取りつけ、両者を1.78mの鎖で結んだ）その内側を手刈りして、10m²あたりの生草収量を測定した。

〔試験3〕放牧地における牧草収量の変動調査

前記の耕地内草地とは対照的に地力変動が大きいと考えられる放牧用傾斜草地における牧草収量の変動を知る目的で次の調査を行なった。

調査時期：昭和45年5月14日

調査場所：十勝中部地区大規模草地第11牧区の一部（傾斜度約15°）

調査面積：93a

草種構成：オーチャードグラス（15～20cm）

メドフェスク（10～15cm）

シロクロバ（5～7cm）

調査方法：93aの放牧草地の一隅を起点として、系統抽出法により東西および南北に7.5mおきに合計132の調査地点を定め各地点における1m×1mの生草収量を測定した。

〔試験4〕小プロット試験ほ場における標本変動調査

1) 小プロット内の牧草成分の変動調査

一般に行なわれるほ場試験では作物の地上部を扱う限り、ボーダーは別としてプロット内は全部収穫して標本とするのが原則である。しかし何かの事情で一たとえば分析用の標本を採取するような場合—プロットの中から何点かの標本を採取しなければならない場合がある。その場合、標本の大きさは最小限どの程度にすべきかを知ろうとして次のような試験を行なった。

試験場所：北農試羊ヶ丘試験ほ場

試験方法：昭和42年6月に3m×3mのプロットを設定し、そこにオーチャードグラス、およびシロクロバをできるだけ均一に混播し（肥料も全面均一散布）、43年6月に1番草について次のような調査を行なった。すなわち、9m²のプロットのうち周囲5m²（幅50cm）を除外区とし、内側の2m×2mの部分をおおきく、春さきに着色ナイロン糸で基盤目状に区分しておき、1番草収穫期に各区分ごと（1区分40cm×40cm）に全量を収穫し、すばやく草種選別をしてそれぞれの生草収量を測定した。次に各サンプルを乾燥して水分を求め、さらに乾燥サンプルについて灰分、窒素、加里、石灰含量を測定した。

2) 肥料の分布量の変動調査

小プロット内に人力で肥料を全面散布する場合の単位面積あたり散布量と分布量の変動との間の関係を求めるため次のような調査を行なった。すなわち30cm×30cmの正方形のベニヤ板100枚を9m²（3m×3m）内に敷きつめ、そこに塩化加里（比重≒1.0）を人力散布した後、個々のベニヤ板に落下した塩化加里の重量を測定した。塩化加里の散布量としてはm²当たり25, 50, 100, 150, 200gの6段階を設定した。なお、散布作業は長年にわたる肥料の全面散布の経験者が行なった。試験年次：昭和43年。

Ⅲ 試験結果

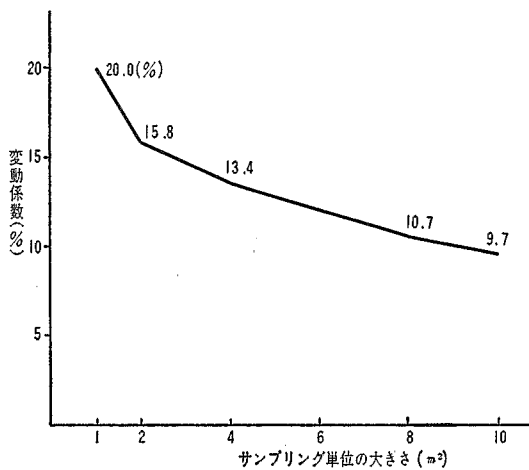
〔試験1〕サンプリング単位面積の大きさと収量変動との関係

調査対象地264区の個々の生草収量値を重量別に17階級に分け、その度数分布を第1表に示したがおおむね正規分布をしていると見なすことができよう。管理作業を機械で行なっている平坦地であり草生も一見、均一な1番草であったが生草収量/m²の変動係数は比較的高く20%であった。ところが個々の記録を寄せ集めてサンプリング単位面積の大きさを2m², 4m², 8m², 10m²とした場合、変動係数けしだいに減少し、それぞれ15.8%, 13.4%, 10.7%, 9.7%となった（第1図）。一般に産草量を推定する場合、測定単位面積は数m²以下のことが多いが精度の向上をはかるにはサンプリング単位面積は10m²前後とすることが

第1表 度数分布表

階級 (生草重/m ²)	度 数	S	相対度数 (s/n)
0.80~0.90	下	3	0.012
0.91 1.00	一	1	0.004
1.01 1.10	正一	6	0.023
1.11 1.20	正正	10	0.038
1.21 1.30	正正正	12	0.046
1.31 1.40	正正正正	14	0.053
1.41 1.50	正正正正正	25	0.095
1.51 1.60	正正正正正正	35	0.135
1.61 1.70	正正正正正正正	34	0.129
1.71 1.80	正正正正正正正正	37	0.140
1.81 1.90	正正正正正正正正	25	0.095
1.91 2.00	正正正正正正正下	28	0.106
2.01 2.10	正正	10	0.038
2.11 2.20	正正正	12	0.046
2.21 2.30	正	6	0.023
2.31 2.40	下	3	0.012
2.41 2.50	下	3	0.012
n=264			

注 平均生草重：1,562kg/m²，変動係数：20%



第1図 サンプリング単位面積の大きさと収量の変動係数

望ましいといえよう。なお第1図から推量できるようにサンプリング単位面積の大きさを 10m² 以上にしても変動係数はあまり減少せず、労力をかけるわりには精度の向上は期待できない。同様の意味で調査対象こそ異なるが北農試畑作部におけるえんぱくによる uniformity trial の結果はじゅうぶんに参考になると思う (第2表)。

第2表 えんぱく畑におけるサンプリング単位の大きさと青刈り収量変動との関係

サンプリング単位 の大きさ (m ²)	サンプリング 単位あたり 平均収量 (kg)	自由度	標準 偏差	変動 係数
6.25 (2.5×2.5m)	8.12	858	1.04	12.81
12.50 (2.5×5.0m)	16.24	426	1.85	11.39
25.00 (2.5×10.0m)	32.48	210	3.36	10.34
56.25 (7.5×7.5m)	73.08	90	6.54	8.95
225.00 (15.0×15.0m)	292.32	18	21.34	7.30

注 5,400m² にえんぱくを一面に条播し、これを青刈り収穫期に 6.25m² ずつ 864 区に分割して収穫し、青刈り収量を求めた。変動係数の算出にあたっては全面積を約 900m² ずつの 6 ブロックに分け、ブロック間の誤差を消去した。調査年次：昭和36年7月，調査場所：北農試畑作部ほ場 (A₄)

〔試験2〕採草地における牧草収量の変動

畑作部の播種後 2~3 年目の輪作混播採草地において刈取り時ごとに 50 点の収量測定を実施し、その変動係数を求めた結果を第3表に示した。2 番草や 3 番草の収量の変動係数はおおよそ 10~20% で、一般の畑作物の場合にくらべて大差のない結果が得られた。しかし、1 番草の変動係数は D ほ場を除いて、いずれもきわめて高く、B, C ほ場における 4 例の平均値は 32.2% であった。草生状況は D ほ場の場合を除いて出穂始めのイネ科牧草がかなり優先し、とくに B ほ場では昭和40年(播種後3年目)にはアカクローバはほとんど消失していた。これは B, C ほ場の場合 N の施与

第3表 耕地内採草地の収量変動

—北農試畑作部採草地—

ほ場名	面積 (ha)	年次 項目 番草	昭和 39 年		昭和 40 年		昭和 41 年	
			収 量 (kg/10m ²)	変動係数 (%)	収 量 (kg/10m ²)	変動係数 (%)	収 量 (kg/10m ²)	変動係数 (%)
B	2.0	1 番草	20.5	29.2	16.0	35.6	(菜 豆)	
		2 番草	15.3	19.6	13.2	16.4		
		3 番草	10.7	14.2	13.2	21.8		
C	2.0	1 番草	(造 成)		19.0	36.8	17.8	27.2
		2 番草			11.7	21.6	13.3	16.9
		3 番草			11.0	16.6	11.2	20.8
D	2.0	1 番草	(大 豆)		(造 成)		25.1	10.9
		2 番草					14.9	14.4

注 1. ほ場 B アカクローバ、オーチャードグラス (昭和38年播種) 昭和40年にはアカクローバほとんど消失
 C アカクローバ、チモシー、イタリヤンライグラス、メドフエスク
 D アカクローバ、チモシー 昭和41年1番草のクローバ率70%

2. 収量は各番草とも50点のランダムサンプリングによる測定平均値を示す (1点10m²)

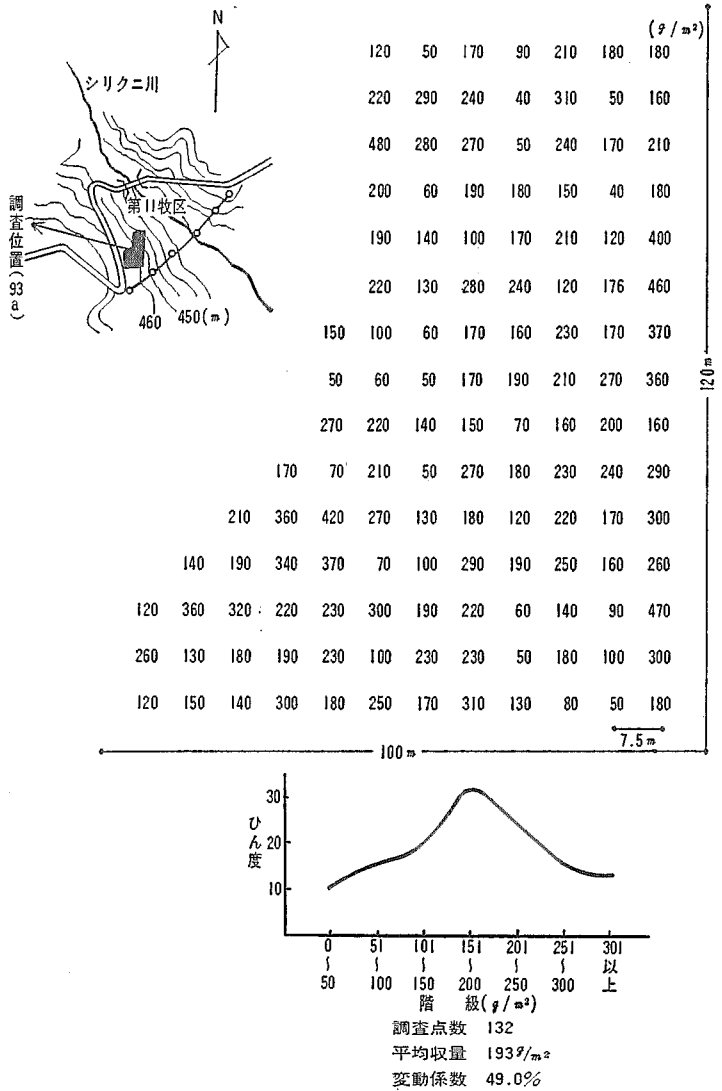
量(造成時60kg/ha, 2年目以降168kg/ha)がやや多かったためと考えられる。Dほ場においてNの施肥量を造成時 34kg/ha, 2年目162kg/haにしたところ, 昭和41年(播種後2年目)の1番草ではアカクローバの比率は70%となり, 産草量は10m²あたり平均25.1kgで3年間における最大値を示し, 収量の変動係数は10.9%で逆に3年間の最小値を示した。いずれにせよ, イネ科牧草の優先した草地——少なくとも北海道では造成後, 数年を経た混播草地は通常イネ科牧草がかなり優先する——における1番草の収量の変動係数は30%前後になるものと考えてよいと思う。したがって, イネ科牧草の優先したほ場の1番草収量を推定する場合, サンプルングの大きさ(ある目標精度を満たすに必要なサンプルングの大きさは変動係数の2乗に比例する)は水稻の場合(収量の変動係数は通常10%以下)の少なくとも10倍は必要となろう。

〔試験3〕放牧地における牧草収量の変動

十勝中部地区大規模草地における132点の牧草収量の調査結果を第2図に示した。調査時期は昭和45年の第1回放牧直前に当たり草高はイネ科牧草10~20cm, マメ科牧草5~7cm, 1m²の平均収量は193gで試験2の場合のような出穂茎はむろん認められなかった。しかし草量の変動は大きく, レンジ=460-40=420g/m²で変動係数は49.0%を記録した。調査対象地は当該大規模草地のほぼ中央に位置する約12.4haの第11牧区内にあり, 傾斜度は約15°で昭和42年から43年にかけて200頭前後の育成牛が延10回ほど放牧されたがサンプルング単位が1m² といえ収量変動係数は予想以上であった。放牧地において通常用いられる小標本では収量の推定はもとより, 放牧カレンダーの作成もいかに困難であるか, この一事をもって推しはかることができる。

〔試験4-1〕小プロット内の牧草成分の変動

9m²のオーチャードグラス, シロクローバ混播プロットのうちボーダーを除いた4m²の部分を25区分し, 1番草について草種別に調査分析した結果を第4, 5表に示した。オーチャードグラスとシロクローバの乾物重の変動係数はそれぞれ, 30.6%, 14.5%で分析項目に比べてかなり大きかった。これと対照的に生草の水分含量の変動は両草種ともきわめて少なく, オーチャードグラスの水分のレンジは81.5-76.6=4.9(%), シロクローバの水分のレンジは



第2図 系統抽出による放牧前草量の分布 (十勝中部地区大規模草地 昭和45年5月14日)

900-87.5=2.5(%)で変動係数はそれぞれ1.4%, 0.9%であった。水分含量の変動係数がこのように少ないということは水分に関しては, わずか数点をサンプルングするだけでじゅうぶん信頼度の高い数値が得られることを意味するもので望外の収穫であった。N, K₂O, CaO, 灰分の変動係数は水分ほどではないにしても, 両草種とも10%以下で存外小さい。目標精度を10%程度におくならサンプルングの大きさは10前後でじゅうぶんである。成分含量の変動係数がこのように小さいのは, たとえ収量に差があっても植物の生育ステージとしてはさほど差がないからではなからうか。

第 4 表 混播プロット内のオーチャードグラス
(1 番草)の乾物重と成分含有率の変動

番 号	水分 (%)	N (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	灰分 (%)	乾物重 (g)
1	78.6	1.44	3.17	0.226	8.50	18
2	77.4	1.50	3.44	0.256	8.79	12
3	78.4	1.49	3.55	0.243	9.12	16
4	79.8	1.45	3.61	0.244	9.07	17
5	77.1	1.49	3.61	0.244	8.59	16
6	79.3	1.46	3.05	0.219	8.99	17
7	80.0	1.49	3.73	0.252	9.16	22
8	81.1	1.48	3.30	0.207	8.14	23
9	80.0	1.49	3.49	0.226	8.95	20
10	79.7	1.42	2.75	0.220	8.17	15
11	79.0	1.41	3.27	0.207	8.32	26
12	79.4	1.48	3.51	0.207	8.26	21
13	79.9	1.42	3.46	0.180	8.82	29
14	79.6	1.31	3.35	0.213	8.73	31
15	79.0	1.28	3.05	0.200	7.94	34
16	76.6	1.28	3.05	0.180	7.89	15
17	79.2	1.33	3.22	0.199	9.08	25
18	79.5	1.32	3.68	0.220	9.03	25
19	80.5	1.36	3.42	0.226	9.28	23
20	79.1	1.42	3.53	0.219	9.16	28
21	78.9	1.36	—	—	8.15	19
22	78.2	1.41	3.56	0.219	8.60	17
23	79.7	1.41	3.60	0.251	8.93	13
24	78.2	1.41	3.05	0.226	8.47	17
25	81.5	1.41	3.28	0.252	8.76	10
平均値	79.2	1.41	3.36	0.222	8.68	20.6
標準偏差 S	1.1	0.068	0.248	0.0214	0.41	6.3
変動係数 C (%)	1.4	4.8	7.4	9.6	4.8	30.6

第 5 表 混播プロット内のシロクロバ
(1 番草)の乾物重と成分含有率の変動

番 号	水分 (%)	N (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	灰 分 (%)	乾物重 (g)
1	87.6	3.71	3.80	1.55	11.35	31
2	88.8	4.08	4.17	1.71	12.21	24
3	88.4	4.03	4.18	1.86	—	20
4	88.1	3.58	4.15	1.78	11.83	32
5	87.5	2.42	4.02	1.78	12.75	28
6	88.7	3.71	4.18	1.90	11.99	22
7	88.5	4.15	4.54	1.78	12.49	33
8	89.8	3.95	4.45	1.73	12.48	26
9	89.4	3.95	4.25	1.90	12.49	27
10	87.5	3.96	3.81	1.86	11.65	20
11	88.8	3.83	4.02	1.86	11.92	29
12	89.6	4.08	4.37	1.89	12.20	25
13	89.3	4.02	4.26	1.91	12.66	25
14	89.5	3.95	4.38	1.78	12.53	27
15	88.7	3.83	4.28	1.71	12.06	26
16	88.2	4.00	3.98	1.68	12.06	21
17	88.6	3.94	4.18	1.77	12.92	29
18	90.0	3.98	4.09	1.77	12.79	25
19	90.0	3.94	4.24	1.78	11.44	25
20	88.0	4.17	4.63	1.74	13.30	24
21	87.0	3.89	3.88	1.91	12.49	30
22	88.0	3.94	4.20	2.02	13.16	27
23	89.1	4.07	4.13	2.11	12.02	21
24	88.8	3.90	4.24	2.05	11.30	23
25	88.2	4.13	3.79	2.34	11.66	21
平均値	88.7	3.89	4.17	1.85	12.24	25.8
標準偏差 S	0.8	0.14	0.22	0.16	0.55	3.7
変動係数 C (%)	0.9	3.6	5.2	8.6	4.9	14.5

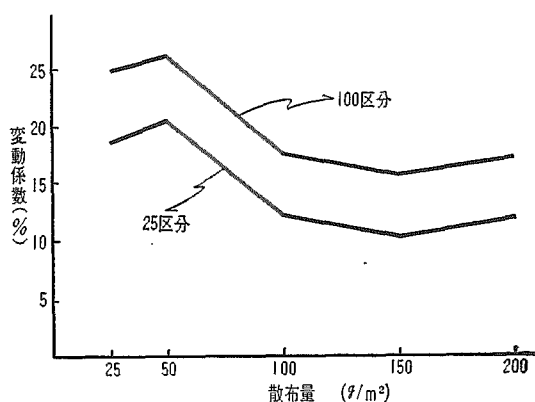
〔試験4—2〕肥料の人力散布における分布量の変動

9m²内に塩化加里を人力散布した場合の散布量に対応した分布量の変動調査結果を第 6 表に示し、散布量と変動係数の関係を第 3 図に示した。サンプリング単位の大きさが

第 6 表 肥料の塩化加里人力散布における分布量の変動

サンプリング単位	区数	散布量 (g/m ²)	サンプリング単位当たり分布量 (g)	標準偏差 (g)	変動係数 (%)
30cm × 30cm	100	25	2.05	0.51	24.9
		50	4.08	1.06	26.0
		100	8.52	1.50	17.6
		150	12.94	2.03	15.7
		200	17.66	3.06	17.3
60cm × 60cm*	25	25	8.18	1.52	18.5
		50	16.33	3.33	20.4
		100	34.06	4.11	12.1
		150	51.76	5.22	10.1
		200	70.68	8.27	11.7

* 隣りあった 30cm × 30cm の単位を 4 カ所合計した。



第 3 図 人力による肥料散布量と変動係数

30cm × 30cm の場合、変動係数は散布量が 50g/m² までは 25~26%であったが散布量が 100g/m² をこえると急激に減少して 17.6~15.6%となった。またサンプリング単位を 60cm × 60cm とした場合、分布量の変動係数は単位 30cm × 30cm の場合より 5.5~6.5%減少し、散布量 100g/m² 以上では 10~12%となった。つまり小プロット全面に(比重 1.0 程度の)肥料を人力散布する場合、均一性を高めるには m² あたりの分量は 100g 以上が望ましく、また肥料の分布量に変動係数 10% 前後の精度を望むなら、サンプリング単位の見目は 60cm × 60cm 程度がよいといえよう。混播牧草の小プロットの栽培試験において、種子や肥料は通常、人力で全面散布を行なうが、とくにその均一性を保証するような手段はなく、散布量が少なくて均一性が懸念されるときには、適当量の土を用い、増量して散布作業を行なっているのが

実態である。本試験結果はその意味で人力全面散布に際しての当面の量的基準を示したものであるが、当然個人差はあろうし、まして実際には追肥時など分布の均一性の判別が困難であるからかりに若干増量して行なうにしても人力全面散布法の精度にはかなり問題が残るように思われる。

IV 考 察

試験1においてサンプリング単位面積の大きさが変わればサンプル間のバラツキも変わることを示したが、とくにサンプリング単位面積を 2m^2 以下にした場合、変動係数は急激な上昇を示した(第1図)。放牧地における草生調査ではしばしば 1m^2 前後のコードラート法が用いられるが、その大きさについては一考を要するのではあるまいか。実際問題として、放牧地にコードラートを多数設置することは望めないとすれば、せめて大きさは 10m^2 程度にまで接近させたいものである。

試験2においてはイネ科牧草の優占した混播採草地の1番草の収量の変動係数が2、3番草のそれにくらべて特異的に大きいことを明らかにした。その原因はイネ科牧草の1番草の生理生態的特性に基づくものと考えられる。周知のようにイネ科牧草は長日植物であり、1番草は当然、出穂のための茎の生長を伴なう。この茎は牧草株の受光態勢に好影響を与え、ひいては増収をもたらす素因となるが1番草における茎の発生の遅速は実際に気象条件、土壌条件あるいは前年までの管理条件などによりまちまちで、それが結果的に収量の変動につながるものと考えられる。なお1番草収量の変動が大きいということは、同時に1番草増収の技術的余地がなお残されていることを示すものでその原因を仔細に検討し、低収部分を多収部分のレベルまで接近させることがこんごの課題であるともいえよう。ともあれ1番草は収量の変動が大きいばかりでなく、多くの場合年間収量を大きく左右するから、大ほ場における収量推定も当然それに応じたサンプリングでなければならない。かりにサンプリング単位を 10m^2 とした場合、変動係数が30%であるとすれば目標精度を10%としてサンプリングの大きさは90%確率で $36\left(n = \frac{t^2 \cdot C^2}{P^2} = \frac{2^2 \cdot 30^2}{10^2} = 36\right)$ 、99%確率($t = 2.6$)では60となる。したがって試験2で示した畑作部総合組立試験採草地における収量推定値(50点のランダムサンプリングの平均値)の精度は10%以内であると推論してほぼ誤りないといえよう。

試験3に示した放牧地の草量の変動係数(サンプリング単位 1m^2 として)49.0%を肯定すればサンプリングの大きさは目標精度10%として95%確率で100となる。このような多数のサンプリングは実際問題として不可能である。現場での草量の推定は経験に基づく感に頼らざるを得ないのであって、家畜を放牧してみればじめてその牧区の草量の

過不足を知り、それによって随時、移牧計画を動かしていくというのがいつわらざる実態であろう。いわゆる大規模放牧草地の管理運営が多労をきわめる一因もそこにあり、こんご多数のサンプルでも短時間に消化できるような草量の簡易測定法の確立が大いに望まれる。さて、植物体の分析法は近年ますます改良が加えられ、年々新しい方法が提案され、それらに関する多くの著書が発行されているが、分析の前提となるべきサンプリングの方法についてはほとんど触れていないか、若干触れているとしても「植物体の採取個体は原則としてできるだけたくさんの方がよい」とか「風乾試料がたくさんあるときはランダムに500~600gとり出して……」という程度に扱われている。このようにサンプリング技術に徹底を欠いているのは分析用標本の変動とかそれに基づくサンプリング技術についての研究実績がきわめて乏しいからであると思う。試験4-1では牧草に関する小プロット試験ほ場において牧草の水分の変動係数が1%前後、無機成分のそれがたかだか10%と記録され、サンプリングの大きさもそれぞれ数点、10点という一応の基準を得たがこの結果は他の作物にもある程度適用できようし、上述の事情にかんがみてこんごの参考資料としてじゅうぶん活用できるものと思う。牧草を散播した試験区では肥料も当然プロット内に全面散布せざるをえないが、その際肥料の分布はむろん均一であることが望まれる。もしもそれが果されなければ、これはいわばサンプリング以前の問題で、たとえプロット内の地力がいかに均一でも、サンプリングをいかに慎重に行なっても場合によっては試験の意味を失なうことになりかねない。試験4-2は肥料(塩化加里)の人力散布における散布量と分布量の変動の関係から肥料分布の均一性をある程度確保するための一応の散布量基準を求めたものであるが実際には個人差もあろうし、また分布状況の識別困難性(追肥時)などを考えれば人力で行なう限り牧草を散播すること自体、方法として問題があるのではなからうか。すこしやっかいでもドリルにならない、うね幅20cm程度の条播とし、肥料も条施する方式の方が散播条件にも近似し、精度のうえではるかにまさるよう考えられる。

V 摘 要

牧草に関して調査や分析を行なう場合の適正な標本抽出に関する資料を得るために、採草地や放牧地を対象とした牧草収量の変動とか小面積の牧草試験ほ場を対象とした牧草の成分含量および肥料の人力散布における分布量の変動について調査を行なった。結果を要約すれば次のとおりである。

1) 面積の大きい草地で産草量を推定する場合、サンプリング単位面積は 10m^2 前後が適当と思われた。すなわち、

収量の変動係数はサンプリング単位面積が 10m^2 のとき約 10% で面積がそれ以上になってもあまり減少する傾向はみえず、面積が 2m^2 のときは約 16% で面積がそれ以下になると急激に増大した。

2) 輪作畑採草地における刈取りごとの産草量の変動をサンプリング単位面積 10m^2 , 50 点のランダムサンプリングにより 3 年間にわたって調査した結果, 2, 3 番草の収量の変動係数は 10~20% であるが, イネ科牧草の優占した草地 1 番草のそれは 30% もあることが明らかとなった。

3) 放牧草地 93a を対象にサンプリング単位面積を 1m^2 とし, 132 点の放牧前草量を調査したところ, 変動係数は 49.0% であった。このことから慣行的に行なわれている小面積の小標本による放牧草地における草量の推定法は信頼性に乏しいことを推論した。

4) 小面積 (9m^2) の混播牧草に関する試験は場において, ボーダーを除いた部分を 25 区分し, 各区分の 1 番草の成分含量を調査したところ, イネ科牧草, マメ科牧草とも水分含量の変動はきわめて少なく (マメ科牧草の変動係数: 0.9%, イネ科牧草の変動係数: 1.4%), 灰分, N, K_2O , CaO の変動係数はおおむね 10% 以下で収量のそれよりもかなり小さいことがわかった。

5) 小面積 (9m^2) に肥料を人力で全面散布する場合, 計画散布量が $100\text{g}/\text{m}^2$ 以下では変動が急に大きくなること示された。肥料の人力による全面散布の精度は個人差があらうし, 草地における追肥の場合など分布量の過不足の識別はきわめて困難であることなどを考え合わせ, 人力による全面散布自体, 方法として問題があることを考察した。

引用文献

- 1) 早川康夫・奥村純一(1964): 根釧地方の牧野改良, 第 4 報, 放牧による土壌成分の偏倚, 北海道立農. 試. 集報, 14, 47~55.
- 2) 川島良一(1966): 農業における技術と研究, 農業技術, 21 (1~12).
- 3) ———(1967): 農業における技術と研究, 農業技術, 22 (1~12).
- 4) ———(1968): 農業における技術と研究, 農業技術, 23 (1, 2).
- 5) LORD, L. (1931): A uniformity trial with irrigated broadcast rice. Jour. Agri. Sci., 21, 178~188.
- 6) LOVE, H. H. (1936): Are uniformity trials useful? Jour. Amer. Soc. Agron., 28, 234~245.
- 7) 新田一彦(1967): 畑作機械化の実証と問題点, 北農, 34 (1, 2, 3).
- 8) 嶋田 鏡(1957): 牧野における圃場試験法に関する研究, 第 1 報, ススキ型草原におけるススキ生産量の推定法並びに精密処理試験の適正規模について, 東北大学農学研究所彙報, 9, 175~186.

- 9) ———(1957): 牧野における圃場試験法に関する研究, 第 2 報, ススキ型草原におけるワラビ本数の推定法について, 東北大学農学研究所彙報, 9, 187~194.
- 10) ———(1958): 牧野における圃場試験法に関する研究, 第 3 報, シバ型草原におけるシバ現存量の推定法並びに精密処理試験の適正規模について, 東北大学農学研究所彙報, 10, 39~54.

Résumé

Investigations were carried out to learn the approximate size of the sample for the appropriate estimation of the yield of herbage in grassland, the inorganic content of herbage grown on an experimental field plot, and further, to obtain information concerning distribution variation of fertilizer sprinkled over an experimental plot by hand. The results are summarized as follows:

1) A suitable sampling unit area was found to be about 10m^2 of the approximate yield of herbage in grassland. When a sampling unit area was 10m^2 , the coefficient of variation for the yield of first cut of herbage was about 10%, but the coefficient did not seem to decrease much below 10% even though a sampling unit area was more than 10m^2 .

2) Variations of the yield per unit area of 10m^2 of every cut of herbage were investigated for 3 years by random sampling of 50 units from a hay field with the area of about 2 ha. The results were that coefficients variation for the yield of the first cut of herbage in field dominated grasses were 30%, while coefficients of variation in the case of the second or third cut were 15-20%. Then, $n = \frac{t^2 \cdot c^2}{p^2} = \frac{2.6 \cdot 30^2}{10^2} \approx 160$ units is a guide to the size of a sample necessary to approximate the mean yield of a first cut of herbage within p. (99% confidence interval $\times 100/\text{mean} = 10\%$)

3) The size of a sample, with a unit area of 1m^2 , necessary to approximate a herbage yield in a pasture (for grazing) within $p = 10\%$ was estimated as 160 units, for the result of the coefficient of variation of herbage yield per m^2 in a pasture was found to be 49%.

4) The coefficient of variations for the content of moisture, ash, nitrogen, potassium, and calcium contained in the grass or the legume grown on an experimental mixture field with the area of 9M^2 were all found to be less than 10%. Therefore, we presumed that a sample of about 10 units, with a unit area of 0.16m^2 , would have been an estimate of the moisture or the inorganic component contained in herbage grown on experimental field with a small area.

5) When various amounts of the fertilizer potassium chloride (corresponded to 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 kg per m^2) were sprinkled by hand over the area of 9m^2 , coefficients of distribution variations for the amount of fertilizer per 0.36m^2 in the case of 1.0, 1.5, and 2.0 kg per m^2 were all about 10%, while in other cases they were almost 20%.