

根釧地方における草地の環境と牧草生育 との関連に関する研究

第2報 永年草地における土壌と草勢の動き

野 村 琥†

STUDIES ON THE ESTIMATION RELATION BETWEEN GROWTH OF FORAGE CROPS AND ENVIRONMENT OF GRASSLAND IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

2. Relation between Growth of Forage Crops and Properties of Permanent Grassland Soils

KO NOMURA

根釧地方火山性土における永年草地の土壌的特性と、牧草生育との関連を検討した。

その結果、草地の永年化にともなう、土壌断面、理化学性、養分供給力に特異性のあらわれることが明らかになった。このような、永年草地の土壌的特性と牧草生育との関連を有機的にとらえ、合理的な施肥管理を行なうことによって、草地はかなりの恢復をみ、永続性を増すことが可能であった。

I 緒 言

根釧地域の農業は、大型草地酪農で進んでおり、その発展は近年目ざましいものがある。しかし、その一層の発展と安定を期するためには、飼料生産の基盤技術を確立する必要がある。すなわち、草地はその利用形態上から、採草地、放牧地、および両者の兼用があるにしても、一度造成後は、合理的管理下に安定した収量を維持しながら、永年的に利用すべきものとする。この観点から当地方における草地の実態をみると、その多くは、造成後の管理不適切のためか、数年にして草勢衰退し、荒廃化の道をたどり、更新のやむなきに至っているが、その費用は多大で、酪農経営上大きな負担になっている。

† 元根釧農業試験場（現十勝農業試験場）

このように、草地が荒廃化する過程と原因については、あまり検討されないまま放置されてきたが、最近ようやく当地方で広大な面積を占める永年荒廃草地の積極的利用の必要性が打ちだされ、そのための技術的検討がなされるようになった。今まで発表された報告によると、村上ら⁶⁾は、根釧地方の牧草地の実態について、主として植物変せんとの立場から調査し、早川ら²⁾は、牧草地土壌の特性と養分供給力について研究し、さらに早川ら⁵⁾は、永年牧草地の改善策について研究を行っているが、草地の永年化にともなう土壌特性の変せん、牧草生育との関連を調査し、その上に立った草地の永年利用の方策について研究した成績は少ない。

ここにおいて、当地方の永年草地土壌の特性と牧草生育との関連を検討し、草地の永年利用技術

を確立することは、酪農振興上重要な課題と考え本研究に着手した。本報は、そのうちの主として施肥管理について検討したものである。

本試験は、根釧農業試験場に在勤中に行なったもので有益なご教示を賜った松村宏場長、永年草地の選定にご協力をいただいた藤田保元管理科長（現天北農試草地科長）、試験遂行にご協力をいただいた土壌肥料科の兼田裕光、山口宏、大村邦男の各研究職員に謝意を表する。なお、本報のご校閲をしていただいた中央農業試験場化学部森哲郎部長に心から感謝の意を表する。

II 試験調査の方法

1) 永年草地の土壌的特性調査

根釧農試付近にある10年以上経過した草地、および中標津町、別海村、標津村に存在する永年草地を選んで土壌断面調査を行なった。またその対照としては、農試内の造成直後の草地を選定した。

2) 永年草地と造成直後草地における牧草の施肥反応試験

更新のため一般に行なわれている耕起、碎土、施肥、播種等の作業行程をとらずに永年草地に残存する牧草を最も合理的施肥法によって再生し得る方策をみるため行なった。

(1) 試験設計

供試草地

施肥処理

永年草地*①(20年以上経過) $\left\{ \begin{array}{l} -\text{NPK}, +\text{N}, +\text{P}, \\ +\text{K}, +\text{NP} \end{array} \right\} \times$
造成草地*②(造成2年目) $\left\{ \begin{array}{l} +\text{NK}, +\text{PK}, +\text{N} \\ \text{PK} \end{array} \right\}$

(2) 供試面積 5m×10m=50m²

(3) 施肥法

注)*① 永年草地：中標津町根釧農試付近にあり、昭和17～18年頃造成され、それ以後は当場の管理科で年に1回刈り取りが行なわれてきた。施肥されなかったため、生育貧弱なチモシー、ケンタッキープルーグラスにシロクロバ、アカクロバがわずかに混入する程度で、牧草の生育はきわめて悪く、下草にミズゴケ、スギゴケ類が密生していた。

*② 造成草地：根釧農試場内にあり、昭和42年春に造成した草地。アカクロバ、ラジノクロバ、チモシー、オーチャードグラスの混播草地。

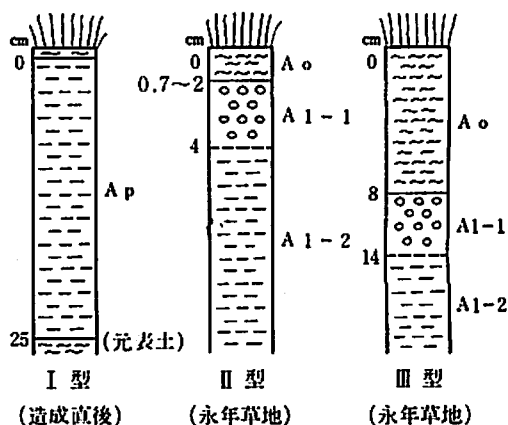
N6, P₂O₅ 5, K₂O8を春の萌芽期、および刈取り直後に全面散布した。Nは硫酸, P₂O₅は過石, K₂Oは硫酸を使用した。

III 試験調査成績

1) 永年草地の土壌断面の特異性

本調査を行なった各地の永年草地の土壌断面、および草生状態を第1表にかかげた。

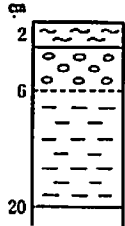
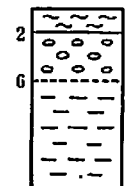
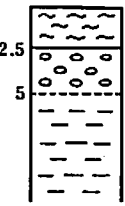
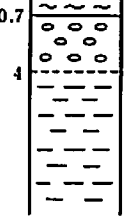
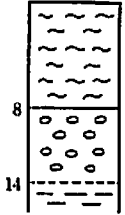
第1表に示す調査地は、農家の聴取によって、いずれも造成後10年以上経過した草地である。この第1表の調査成績を整理すると、土壌断面の特異性から、次の第1図に示す3種の形態のあることがわかった。すなわち、第1表の中標津町北開



第1図 根釧火山灰草地土壌の基本的断面図

陽は、第1図のⅢ型に、他の別海村、中標津町の各調査地はⅡ型に包含される。なお、Ⅰ型は場内の造成直後のものである。

根室管内の永年草地を広く調査した結果によると、造成直後にはⅠ型の断面を呈していたのが、草地としての年数経過にともなってⅡ型の断面となり、さらにⅢ型に変せんすることが明らかになった。このうち、Ⅱ型は造成後10年以上の草地に多くみられ、本地方の永年草地では最も一般的にみられるものである。断面の特徴をみると、表層部にミズゴケ、スギゴケ等が密生し、これら藓苔類と牧草の遺体が未分解のまま集積して、厚さ数mm～2cm内外のAo層となり、その直下は4

調査地	土 壌 断 面	草 生 そ の 他
別 海 村 上 春 別	 A0 ミズゴケ主体、牧草遺体を混ず A1-1 HSL (粒状構造) A1-2 HSL (板状構造)	生育不良のチモシー、ケンタッキーブルーグラス、レッドトップ、ミズゴケ、アカクロバ、シロクロバが生育。
別 海 村 西 春 別	 A0 ミズゴケ、牧草遺体の混合 A1-1 HSL (粒状構造) A1-2 HSL (板状構造)	生育不良のチモシー、ケンタッキーブルーグラス、アカクロバにキク科野草が生育。
中 標 津 町 根 釧 農 試 草 地	 A0 牧草遺体が主体 A1-1 HSL (粒状、塊状構造) A1-2 HSL (板状構造)	チモシー、シロクロバ、管理良好のため、チモシーの生育良好。
中 標 津 町 根 釧 農 試 附 近 (昭和17年ころ造成)	 A0 ミズゴケ、シロクロバ A1-1 HSL (粒状構造) A1-2 HSL (板状構造)	生育不良のチモシー、ケンタッキーブルーグラス、アカクロバ、シロクロバがみられ、下草にミズゴケ、スギゴケが繁茂していた。 マメ科牧草のスタンド数は 156本 / 30cm ²
中 標 津 町 北 開 陽	 A0 スギゴケ主体、牧草遺体を混ず A1-1 HSL (粒状構造) A1-2 HSL (板状構造)	生育不良のチモシー、ケンタッキーブルーグラスに、スギゴケが繁茂している。マメ科牧草が消滅し、荒廃草地とみられる。

第 1 表 永年草地土壌調査成績

cm 内外の深さまで、牧草の茎葉、根部等の遺体と土壌腐質物の混合したA₁₋₁層となり、粒状構造もみられる。本層まではルートマット層と考えら

れる。このルートマット層の下層は、未分解の有機物を含まない黒色の腐植にすこぶる富むA₁₋₂層になり、やや堅密に堆積し、板状構造を呈する。

Ⅲ型は、Ⅱ型がさらに発達したものと考えられ、Ao層が7~8cmの厚さになり、その下のA₁₋₁層も十分発達し、ルートマット層の厚さが10cm以上にもなったものであるが、このような断面型態を呈するのは、現在本地域でも耕起によって更新されるため、あまりみられなくなった。本調査でも、中標津町北開陽においてみられた程度で、マメ科牧草は消滅していた。

しかし、本報告において研究の対象としたのは、Ⅱ型の草地で、Ⅲ型の改良法については今後の研究にまわたい。

2) 永年草地土壌における未分解有機物の特異性

永年草地土壌は、前述のとおり、表層に藓苔類と牧草の未分解有機物が多量に集積している。この藓苔類の化学組成について、早川ら²⁾が報告しているが、ここではⅡ型の土壌試料について、主に永年草地の窒素的地力の消長を知るため、WAKSMANN法に準拠して型態別の分析を行な

い、その結果を第2表に示した。

本表から、永年草地の表層部は全窒素含量が高いが、さらに熱水可溶の窒素も多く、赤塚ら¹⁾の研究によると、この形態の窒素は可給態と考えられることから、永年草地の表層は、可給態の窒素的地力が増大化の傾向にあると推定される。このことは、さらに同表に示した2%塩酸の加水分解性窒素が多い点からも十分考えられることである。

3) 永年草地土壌における窒素の消長

永年草地土壌の硝酸化能力の低下することは、ROBINSON⁷⁾、SOULIDESら⁸⁾の研究により知られていることであるが、当地方のような火山灰土壌ではどの程度であるかを知るため、20年以上経過した永年草地と造成直後草地の土壌を採取して、アンモニヤ態窒素の添加と無添加の処理にわけ、未風乾のまま28°Cでインキュベーションを行なって生成する無機態窒素を求め、次の第3表に示した。

第 2 表 永年草地土壌の未分解有機物の特性

試料*	粗脂肪類(%)			全窒素(%)	熱水可溶窒素		2%塩酸可溶窒素(mg/100g)	72%硫酸可溶窒素(mg/100g)
	エーテル可溶	95%アルコール可溶	計		全量(mg/100g)	全量/全窒素(%)		
永年草地 - 1 (0-3cm)	0.102	0.210	0.312	0.78	65.18	8.40	465.2	255.1
永年草地 - 2 (3-6cm)	0.070	0.040	0.110	0.47	26.61	5.63	289.6	118.5
造成草地 - 1 (0-3cm)	0.074	0.058	0.132	0.56	32.76	5.85	337.8	135.7
造成草地 - 2 (3-6cm)	0.074	0.004	0.078	0.31	17.47	5.56	207.5	86.0

* 永年草地の0-3cmはAo層にあたり、いわゆるルートマット層になる。3-6cmはA₁₋₁層になる。

第 3 表 草地土壌のインキュベーションによる無機態窒素の消長 (mg/100g)

試料	開始日	5日後		10日後		15日後		20日後		25日後	
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
永年草地窒素無添加*	3.41	tr	4.04	tr	2.59	tr	2.35	tr	2.35	tr	2.08
永年草地窒素添加	51.55	tr	56.06	tr	54.30	tr	56.45	tr	57.04	tr	54.88
造成草地窒素無添加*	1.65	1.34	1.76	1.70	1.90	2.11	1.65	2.42	1.54	2.86	1.93
造成草地窒素添加	45.82	1.04	49.05	1.22	51.19	2.24	49.58	3.99	45.11	4.71	47.08

* NH₄-N 50mg / 生土100g の割合で塩安を添加。

第3表によると、20年以上経過した永年草地土壌においては、アンモニヤ態窒素の添加の有無にかかわらず、硝酸化成作用がまったく起こっていないことがわかる。次に窒素無添加区のアンモニヤ態窒素の消長をみると、永年草地土壌の方に多く発生することが知られた。このことから、永年草地土壌は畑状態の酸化状態におかれても、アンモニヤ態窒素の発生しか認められず、造成直後草地土壌と異なる特性であった。なお、造成直後草地の窒素無添加の硝酸化成力をみると、インキュベーション開始10日後までは、あまり硝酸態窒素発生が多くないが、10日以降急激に多くなることがわかる。

次に実際に牧草が生育している夏季間における草地土壌中の無機態窒素の消長を、各施肥処理を行なった土壌から求め、次の第4表に示した。

これらの成績から、草地土壌における無機態窒素消長の特徴をみると、20年以上経過した永年草地では、窒素質肥料（硫酸）施用の有無にかかわ

らず、年間を通して硝酸化成作用がほとんど起きていないが、これに対し、造成直後草地では施用された窒素質肥料（硫酸）は直ちに硝酸態に変化することがわかる。また永年草地においては、施用された硫酸はアンモニヤ態窒素のまま推移し、無窒素区でも温度上昇と共にアンモニヤ態窒素の発生が多くなるのに対し、造成直後草地では、アンモニヤ態窒素の形ではほとんど存在しないことがわかる。これらのことは、前述のインキュベーションの傾向とよく一致するものであった。

以上のように、根釧火山性土の永年草地土壌の無機態窒素の消長をとりまとめると、硝酸化成作用の極端な低下がみられることと、弱いものであるがアンモニヤ生成作用がみられ、硝酸化成作用のおう盛に行なわれる造成直後草地とはまったく異なる特異性を示していた。

4) 草地土壌における窒素の消長と牧草の窒素施肥反応との関連

草地土壌における窒素の消長と、そのことが牧

第4表 草地土壌中における無機態窒素の消長 (mg/100g)

試 料	6月1日		6月20日		7月10日		8月1日		9月1日	
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N
永年草地-無肥料-1*	2.17	tr	2.29	tr	0.96	tr	2.53	tr	2.10	tr
永年草地-無肥料-2*	0.39	〃	0.75	〃	0.38	〃	1.62	〃	0.70	〃
永年草地+N -1	2.89	〃	3.74	〃	4.46	〃	4.51	〃	1.76	〃
永年草地+N -2	0.53	〃	0.48	〃	1.03	〃	1.47	1.07	0.64	〃
永年草地+PK -1	1.05	〃	1.70	〃	2.41	0.41	3.46	tr	1.91	〃
永年草地+PK -2	0.44	〃	1.01	〃	0.87	0.37	1.20	〃	0.32	〃
永年草地+NPK-1	2.48	〃	2.86	〃	11.70	tr	6.24	〃	2.74	〃
永年草地+NPK-2	0.63	〃	1.29	〃	5.01	0.40	2.04	〃	0.56	〃
造成草地-無肥料-1	—	—	—	—	0.44	tr	0.65	tr	0.72	tr
造成草地-無肥料-2	—	—	—	—	1.93	0.38	0.57	〃	0.51	〃
造成草地+N -1	—	—	—	—	4.22	13.59	0.74	2.97	0.48	2.79
造成草地+N -2	—	—	—	—	0.64	8.89	0.56	1.54	0.32	0.71
造成草地+PK -1	—	—	—	—	0.24	0.40	1.56	1.17	0.30	0.74
造成草地+PK -2	—	—	—	—	0.15	0.53	0.95	0.71	0.08	0.46
造成草地+NPK-1	—	—	—	—	0.19	24.20	0.84	2.06	0.28	2.28
造成草地+NPK-2	—	—	—	—	0.11	9.68	0.72	1.37	0.22	0.68

注) (1) 1* ; 0-3cmの層, 2* ; 3-6cmの層, ほかも同様。

(2) 施肥時期 ; 第1回 5月18日, 第2回 7月3日。

草生育におよぼす施肥反応との関連をみるため、牧草の施肥試験を行ない、とくに2番草の収量成績を次の第5表に示した。

第 5 表 牧草の施肥反応試験乾物収量* (kg/10a)

処理区別	永 年 草 地			造 成 草 地		
	マメ科	イネ科	計	マメ科	イネ科	計
-NPK	18	91	109	88	166	254
+N	6	233	239	50	309	359
+P	30	135	165	120	166	286
+K	27	88	115	122	258	380
+NP	9	277	286	35	457	492
+NK	9	167	176	0	465	465
+PK	211	98	309	180	182	362
+NPK	81	328	409	48	372	420

* 収穫期：44年9月2日。

本表から、永年草地牧草の窒素施肥結果について次の2点が特異的にみられた。第1点は、窒素単用でイネ科牧草の生育がおう盛になることと、第2点は無窒素区(+PK区)でのマメ科牧草の生育がきわめておう盛になったことである。これらのことを明らかにするため、牧草収穫物の窒素含有率と吸収量を求め、次の第6表に示した。

第6表の分析成績と、第5表の収量成績から、牧草生育と窒素との関連についてみると、永年草地の窒素単用区のイネ科牧草の窒素体内含有率が高まり、体内栄養状態を良好にしたことが、イネ

科牧草の生育を良好にし、収量を高めた一要因とみられる。次に、永年草地の無窒素区(+PK区)の牧草生育がおう盛になった点、とくにマメ科牧草の生育がおう盛になった点を第6表の分析成績、さらに前述した草地土壌中の窒素の消長との関連からみると、第2表に示したように、永年草地の窒素供給力の高いことが大なる影響をおよぼしていると考えられ、さらに第4表に示したように、永年草地土壌は無窒素でも、アンモニヤ態窒素がかなり存在し、とくに8月には相当多量のアンモニヤ態窒素の発生することが明らかであるので、永年草地の無窒素区の牧草はこの窒素を利用して、生育をおう盛にしたものと考えられる。さらに第5表からマメ科牧草の混生比率を求めて次の第7表に示した。この第7表のマメ科率の差をみると、永年草地では、マメ科の比率が高まることが認められたが、これから永年草地のような硝酸化能力の低い土壌でも、マメ科牧草の根粒菌の着生、空中窒素固定には支障がなかったものとみられる。

なお、永年草地におけるイネ科牧草の窒素体内含有率についてみると、無窒素区(+PK区)が窒素単用区について高いことが特異的であるが、これは早川^りによって指摘されたように、おう盛な生育をなしたマメ科牧草の固定窒素の移譲と、永年草地土壌に発生するアンモニヤ態窒素を吸収したためと考えられる。いずれにしてもこの両方の窒素を草地における窒素地力との発現したもの

第 6 表 永年草地牧草の窒素含有率と吸収量

処理区別	含 有 率 (%)				吸 收 量 (kg/10a)					
	永 年 草 地		造 成 草 地		永 年 草 地			造 成 草 地		
	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	計	マメ科	イネ科	計
-NPK	3.29	1.25	3.86	1.82	0.59	1.14	1.73	3.40	3.02	6.42
+N	2.50	2.04	3.29	2.61	0.15	4.75	4.90	1.65	8.06	9.71
+P	3.06	1.48	3.06	2.27	0.92	2.00	2.92	3.67	3.77	7.44
+K	2.84	1.48	3.06	2.27	0.77	1.30	2.07	3.73	5.86	9.59
+NP	3.29	1.82	2.61	1.82	0.30	5.04	5.34	0.91	8.32	9.23
+NK	2.50	1.70	—	1.93	0.23	2.84	3.07	—	8.97	8.97
+PK	2.61	1.93	2.84	2.38	5.51	1.89	7.40	5.11	4.33	9.44
+NPK	2.27	1.36	3.18	2.16	1.84	4.46	6.30	1.53	8.04	9.57

第 7 表 マメ科率の変せん(%)

処 理 区 別	永 年 草 地	造 成 草 地
+PK	68.2	49.8
+NPK	19.8	11.4

とみなせば、永年草地の窒素地力は極端に低くないと考えてよいであろう。

しかし、第5表の乾物収量成績で明らかなとおり、永年草地の-N区のイネ科牧草の収量増が顕著でなく、むしろ窒素施肥による生育増が顕著で前述の土壤窒素地力が低下していないとの考え方とは矛盾する。ただ、窒素施肥により、マメ科牧草の生育が極端に悪くなることも明かで、草地の乾物生産の上からは今後解決すべき問題も含んでいる。このように、永年草地土壤における窒素地力の問題は、未解決の点が多いが、本試験からは可給態窒素としては増大の方向にあるが、直ちにイネ科牧草の生育増に結びつくほど速効的でないと考えられ、今後さらに検討されるべき問題であろう。

一方、第5表の造成直後草地の窒素施肥反応をみると、全般的に永年草地より収量は高いが、特異的なことは、無窒素区の収量比率の低下が目立つことである。このことは、根釧火山性土の造成直後草地で、未分解有機物の生成されない時期においては、牧草に対する窒素欠乏が比較的早く現われることを示唆している。これは、造成直後草地においては第4表で明かなように、硝酸化成作用が急におう盛になるため、窒素地力としては低下の方向にあることを示すとみられる。このように、草地を耕起法によって酸化状態にし、硝酸化成作用をおう盛にすると、一時的には窒素の供給が高まり、牧草の生育をおう盛にするが、長期的にみると窒素地力は低下の傾向をたどることが考えられる。したがって、耕起によらないで、窒素地力を温存しながら、長く有効に利用する技術の確立が最も大切なことである。

今回の試験結果から、永年草地では、後述のようにまず磷酸と加里の施肥を重点にして、残存するマメ科牧草の生育回復を図り、さらにマメ科牧草の固定窒素をイネ科牧草に移譲させることが最

も合理的と考えられた。ただマメ科牧草の固定窒素でイネ科牧草の生育を十分に得られない場合は、ある程度の窒素質肥料の施用が必要である。

5) 草地土壤における磷酸の消長

草地土壤における磷酸の行動の特異性については早川ら²⁾によって詳細に研究され、その結果、草地の永年化にともなって土壤が還元化し、難溶性の磷酸が易溶化することが明らかになった。本試験では、前述の永年草地の牧草生育期間中の土壤を採取し、N/5 塩酸可溶の磷酸を求め、次の第8表に示した。

第 8 表 草地土壤の有効態磷酸の消長 (mg/100g)

処 理 別 試 料	7 月*	8 月	9 月
永年草地+NK -1	17.2	14.6	22.6
永年草地+NK -2	4.0	25.4	10.2
永年草地+NPK-1	30.2	28.6	22.6
永年草地+NPK-2	8.0	45.4	24.4
造成草地+NK -1	27.0	16.2	44.0
造成草地+NK -2	22.6	11.4	—
造成草地+NPK-1	35.0	38.8	45.8
造成草地+NPK-2	30.2	13.0	—

*施肥直後

第8表によると、永年草地では、造成直後草地の磷酸含量レベルよりかなり低い、生育期間中の消長をみると、無磷酸区でも9月になると、かなり大幅に上昇することが知られ、土壤中の難溶性磷酸が可給態化することは明らかである。この傾向は造成直後草地でも同じであった。

6) 草地土壤における磷酸の消長と牧草の磷酸施肥反応との関連

草地土壤の磷酸の消長については、前述のとおり、難溶性の磷酸が可給態化することが特異的にみられた。このことは、次の第9表に示した根釧農試内の標準耕種法による牧草3要素試験成績からもうかがうことができる。

本表から、造成当年においては、磷酸を欠くと収量低下が著しく、その肥効の大なることが認められる。しかし、2年目以降は磷酸の肥効が低下

第 9 表 牧草 3 要素試験成績 (乾物 kg/10a) (大村邦男)

処理区別	1967年 (造成年)		1968年 (2年目)				1969年 (3年目)			
	収 量	同 比 (%)	1 番収量	2 番収量	1 番比率 (%)	2 番比率 (%)	1 番収量	2 番収量	1 番比率 (%)	2 番比率 (%)
-NPK	255	86.7	264	198	61.5	59.5	250	91	29.4	30.7
+PK	166	56.5	453	382	105.6	114.7	841	273	98.8	92.2
+NK	156	53.1	332	330	77.4	99.1	648	258	76.1	87.2
+NP	148	50.3	162	84	37.8	25.2	158	120	18.6	40.5
+NPK	294	100.0	429	333	100.0	100.0	851	296	100.0	100.0

し、とくに 1 番草よりは 2 番草において著しく、ほとんど無磷酸区と 3 要素区の収量差がなくなった。

これに反し、永年草地における磷酸の施肥反応を明らかにするため、磷酸と牧草収量成績を示した次の第 10 表をみると、前の第 9 表とは異なる傾向が認められる。

第 10 表 永年草地牧草の施肥反応 (乾物 kg/10a)

処理区別	1 番収量	2 番収量	1 番比率 (%)	2 番比率 (%)
-NPK	86	109	21.2	26.6
+PK	150	309	36.9	75.6
+NK	180	176	44.3	43.0
+NP	163	286	40.1	69.9
+NPK	406	409	100.0	100.0

* 収穫期 1 番: 44 年 7 月 2 日
2 番: 44 年 9 月 2 日

本表から、無磷酸区の牧草収量をみると、1 番草、2 番草共に同程度の低収にあることが注目される。とくに著しいことは、2 番草になっても増収の傾向を示さないことである。これは、第 9 表に示した傾向と一致しないようにみられる。この原因に関し、第 8 表に示した草地土壌中の有効態磷酸の時期的消長の面からみると、無磷酸区の絶対量がきわめて低く、7 月～8 月の牧草再生～繁茂期に土壌からの磷酸供給が不足し、生育が悪化したものと考えられ、9 月になって土壌からの磷酸供給が高まったころには、牧草の刈り取り時期になり、生育を回復させることができなかったものとみられる。このように、永年草地は、土壌中

の有効態磷酸含量が低く、その上、牧草の再生期の磷酸を多量に必要とするときに土壌からの磷酸供給が少なく、高温になる夏季の後半に磷酸供給が多くなっても、牧草生育に役立たない結果になった。このことは、永年草地の草勢回復には十分な磷酸肥料を必要とすることを示唆している。

ここで、土壌の磷酸供給と牧草の吸収との関連をみるため、牧草収穫物の体内含有率、吸収量を求め、次の第 11 表に示した。

本表によると、永年草地牧草の磷酸含有率は、一般的に造成草地牧草の含有率より低い傾向にあることがわかる。

次に永年草地の 1 番草と 2 番草の生育時における牧草の磷酸吸収との関連を知るため、磷酸の牧草体内含有率と吸収量を求め、次の第 12 表に示した。

本表によると、1 番草の無磷酸区ではマメ科、イネ科共に 3 要素区より磷酸含有率低いが、2 番草になると、逆に無磷酸区の方がマメ科、イネ科共に 3 要素区より高くなることが明らかである。このことは前述のとおり 2 番草の刈り取り時には、土壌中の磷酸供給力が高まったためと考えられるが、磷酸を多量に必要とする牧草の再生期とは時期的にずれてしまったため、牧草の生育が悪く、含有率のみ高まったためであろう。

7) 草地土壌における加里の消長

草地土壌における牧草生育期間中の加里消長を知るため、前記の永年草地、造成直後草地で 7～9 月に採取した試料につき、N/5 塩酸可溶の加里を分析し、次の第 13 表に示した。

第 13 表から、永年草地と造成直後草地共に、土壌中の加里の消長はほとんど同じ傾向をたどるこ

第 11 表 永年草地牧草の磷酸含有率と吸収量

処理区別	含 有 率 (%)				吸 収 量 (kg/10a)					
	永 年 草 地		造 成 草 地		永 年 草 地			造 成 草 地		
	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	計	マメ科	イネ科	計
-NPK	0.58	0.56	0.98	0.85	0.10	0.51	0.61	0.86	1.41	2.27
+N	0.73	0.50	0.61	0.98	0.04	1.17	1.21	0.31	3.03	3.34
+P	0.87	0.62	0.98	0.98	0.26	0.84	1.10	1.18	1.63	2.81
+K	0.58	0.54	0.80	0.65	0.16	0.48	0.64	0.98	1.68	2.66
+NP	0.77	0.87	0.71	0.75	0.07	2.41	2.48	0.25	3.43	3.68
+NK	0.60	0.63	—	0.92	0.05	1.05	1.10	—	4.28	4.28
+PK	0.58	0.82	0.95	0.73	1.22	0.80	2.02	1.71	1.33	3.04
+NPK	0.58	0.54	0.95	0.73	0.47	1.77	2.24	1.46	2.72	3.18

第 12 表 永年草地牧草の磷酸含有率と吸収量の変せん

処理区別	含 有 率 (%)				吸 収 量 (kg/10a)					
	1 番 草		2 番 草		1 番 草			2 番 草		
	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	計	マメ科	イネ科	計
-NPK	0.67	0.44	0.58	0.56	0.05	0.34	0.39	0.10	0.51	0.61
+PK	0.70	0.37	0.58	0.82	0.28	0.41	0.69	1.22	0.80	2.02
+NK	0.46	0.35	0.60	0.63	0.01	0.62	0.63	0.05	1.05	1.10
+NP	0.63	0.50	0.77	0.87	0.09	0.75	0.84	0.07	2.41	2.48
+NPK	0.61	0.61	0.58	0.54	0.09	2.39	2.48	0.47	1.77	2.24

第 13 表 草地土壌の有効態加里の消長
(mg/100g)

処 理 別 試 料	7 月*	8 月	9 月
永年草地+NP -1	16.0	20.0	16.0
永年草地+NP -2	10.8	10.8	8.0
永年草地+NPK-1	30.0	16.0	17.4
永年草地+NPK-2	14.8	10.8	8.0
造成草地+NP -1	13.4	8.0	8.0
造成草地+NP -2	10.8	7.0	7.0
造成草地+NPK-1	24.0	7.0	10.8
造成草地+NPK-2	16.0	8.0	9.4

*施肥直後。

とが明らかである。すなわち、ここに示した有効態加里の消長の特異性としては、根釧地方に分布する火山性土壌の加里供給力の低下の速かなことを反映したもので、草地としての年数経過の長短

にはあまり関係がなかったことである。このことは永年草地、造成草地共に、7月の3要素施用で多量に含有された加里が、牧草の生育とともに多量に吸収された8月以降は急速に減少し、ほぼ無加里区と同じ含量レベルになることから明らかである。

次に、無加里区ではむしろ永年草地土壌中の加里含有率の低下が造成草地より少ないが、その理由としては、有効態加里が 20mg/100g という低いレベルにあるため、牧草の生育が極端に悪く、ほとんど吸収されなかったためと考えられる。いずれにしても、草地においては、施肥された加里は直ちに牧草に吸収され、土壌中の加里含量が低下することは明らかである。

8) 草地土壌における加里の消長と牧草の加里施肥反応との関連

根釧火山性土の加里供給力の低いことは前述のとおりで、その欠乏症状も早く現われることが予

想される。このことは、第9表の成績において、造成2年目の1番草からすでに無加里区の収量減が著しく、各要素の中では無加里区が最も低収になって推移することからも明らかである。

さらに、永年草地の生育期間中の土壌加里供給と、牧草生育との関連を明らかにするため、牧草の加里含有率と吸収量を求め、次の第14表に示した。

本表によると、全般的に永年草地牧草中の加里含有率の低下が甚だしく、この点は、永年草地土壌中の有効態加里含有率低下の傾向とよく一致し、さらにこのことは、牧草の生育不良に直接つながっている。本表によると、加里肥料を施用しないとマメ科、イネ科牧草共に1%以下の体内含有率になり、生育、収量も極端に悪化する。

以上のように、本地域に分布する摩周統火山性土の加里供給力が低く、開墾後数年にして加里欠乏症を生じやすい土壌であることと、牧草が健全な生育をなすには、多量の加里を必要とすることを考慮すると、とくに永年草地においては、利用ごとに吸収量に見合う十分な加里肥料を施用する必要がある。

IV 考 察

根釧草地酪農は大型專業化を目指し、その発展は目ざましいものがあるが、大きな障害になっているのは、多大の経費と労力をかけて造成した草

地が、管理不十分のためか数年にして草勢衰退し荒廃化することである。現在当地方では、荒廃化した永年草地を再び多大の経費をかけて更新しており、農家経営上大きな負担になっている。このような更新法に対し、負担のあまりかからない永年草地の改善策について、早川ら⁵⁾は永年草地におずかに残存するイネ科牧草の再生力を利用する追肥法と、逆にイネ科牧草を一時抑圧して、マメ科牧草を追播することによる草地の再生について研究した。東北地方では、山根ら¹⁰⁾は施肥による草地の恢復について研究し、更新によらずとも草生の恢復が可能であることを示した。

本研究は以上のような背景下に、永年草地土壌の理化学性の変えんと牧草生育を関連づけてとらえ、草地の永年利用のための合理的施肥管理法を確立するため行なったものである。

当地域に広く分布する火山灰土壌において、20年以上経過した永年草地では、地表に藓苔類が密生し、土壌の表層部には、これらの遺体と牧草遺体が3~4cmの厚さに集積して、いわゆるルートマットになり、空気水分の透通性をさまたげ³⁾、還元化²⁾の方向をたどるようになる。このようになると、ROBINSON⁷⁾、SOULIDES ら⁸⁾の報告したように、硝酸化威力が極端に低下し、とくに高温になる夏季間でも硝酸化作用はみられなかった。このような、硝酸化威力の低下は、普通畑土壌においては窒素地力低下の要因と考えられるが、混播条件下にある草地土壌においては、硝

第 14 表 永年草地牧草加里含有率と吸収量

処理区別	含 有 率 (%)				吸 収 量 (kg/10a)					
	永 年 草 地		造 成 草 地		永 年 草 地			造 成 草 地		
	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	マメ科	イネ科	計	マメ科	イネ科	計
-NPK	0.98	0.65	1.15	1.90	0.18	0.59	0.77	1.01	3.15	4.16
+N	0.88	0.65	0.80	1.45	0.05	1.51	1.56	0.40	4.48	4.88
+P	0.95	1.25	1.35	1.95	0.29	1.69	1.98	1.62	3.24	4.86
+K	2.50	2.06	2.18	2.65	0.68	1.81	2.49	2.66	6.83	9.49
+NP	0.95	0.75	1.05	1.60	0.09	2.08	2.17	0.37	7.31	7.68
+NK	2.37	1.80	—	2.79	0.21	3.01	3.22	—	12.97	12.97
+PK	1.60	2.37	1.95	3.35	3.38	2.32	5.70	3.51	6.10	9.61
+NPK	1.60	1.65	2.65	2.44	1.30	5.41	6.71	1.27	9.08	10.35

酸化能力の低下は、窒素地力の低下の方向にあるとは考えられず、逆に地力温存、もしくは地力増大の方向にあると考えられた。以上のことは、室内のインキュベーション試験において、永年草地土壌から硝酸態窒素の生成がみられなくとも、相当量のアンモニヤ態窒素の発生がみられたこと、また実際永年草地の牧草生育期間中の土壌分析においても、アンモニヤ態窒素の発生がみられたことから予測された。さらに、永年草地施肥試験の無窒素区の牧草生育が著しくおう盛になり、とくにマメ科牧草の生育回復が著しかったことから裏付けされ、永年草地における硝酸化能力の低下と、相当量のアンモニヤ態窒素の生成、および加水分解性窒素の増加という現象は、牧草の生育上窒素供給力は極端に低下していないと考えるべきであろう。

なお、牧草の草種別にみると、吉田ら⁹⁾の指摘したように、マメ科植物の根粒形成には、アンモニヤ態窒素が好都合であることを考えると、本試験の土壌分析で明らかなように、永年草地土壌で硝酸態窒素の発生がなく、アンモニヤ態窒素のみ存在することは、マメ科牧草の生育に好都合とも考えられ、さらにこの生育おう盛になったマメ科牧草が固定した窒素を、イネ科牧草に移譲することも、早川ら⁹⁾の指摘したように起こり得ると考えられ、この面からも、草地土壌の窒素供給力を高めているとみられる。ただ、本試験において混播状態でのイネ科牧草の生育を十分にするためには、マメ科牧草から移譲の窒素のみでは不足するため若干量の窒素質肥料の施用を行なう必要があった。

永年草地のリン酸については、早川ら²⁾が指摘したように、草地の永年化にともなって、土壌中の難溶性リン酸が易溶化し、牧草に利用されやすくなることは本試験でも確認されたが、一方、牧草生育との関連からみると、高温経過後の9月上旬に、土壌からリン酸供給が高まったときには、牧草の生育が終りに近くなり、刈り取り時に達するため牧草生育に役立たないということもあり、永年草地にリン酸質肥料の施用の必要性が認められた。

次に、加里についてみると、この要素のみは、

根釧火山性土の加里供給力の低さが、直ちに牧草生育に反映し、草地利用年限の長短に関係がなかった。すなわち、無加里区では造成後2年にして、加里欠乏症が発現し、マメ科牧草は衰退し、イネ科牧草も針金状になって荒廃化の過程をたどることになる。この状態になると、草地としては正常に利用されないため、土壌から収奪がほとんどなく、土壌中の加里レベルは一定水準で推移し、さらに長年の間には、牧草根が下層から吸収した各種養分と共に地表に集積し、わずかではあるが加里含有量も増加の傾向にあるものと考えられる。しかし牧草の再生長には多量の加里を必要とし、永年草地の草生回復には、十分な加里肥料を施用する必要がある。

以上本試験成績を総合すると、荒廃化することなく草地を永年利用するための施肥管理の重点としては、リン酸と加里を十分に施用し、窒素はマメ科牧草とイネ科牧草の混生比率を適当に保つ上に必要なイネ科牧草の生育を促す程度に施用すべきであろう。

V 摘 要

永年草地土壌の理化学性の変えんと、牧草生育との関連をとらえ、これを基礎として、草地の永年利用の合理的な施肥管理技術を確立するため行なった試験結果を要約すると次のとおりである。

1) 草地の永年化にともなって、表層部にルートマットとよばれる未分解な粗大有機物が集積し、特異的な断面形態を呈する。

2) 永年草地の窒素の消長をみると、熱水可溶の窒素、稀塩酸による加水分解性窒素の集積が多く、さらに無機態窒素では、硝酸態窒素は夏季間でもまったく生成せず、アンモニヤ態窒素がみられた。

3) 永年草地における有効態リン酸の消長をみると、土壌中の含量レベルが低く、特に7月～8月の牧草生育最盛期に低かった。

4) 永年草地における有効態加里の消長をみると、草地としての利用年限の長短に関係なく、土壌中の加里含有量は急激に低下し、加里欠乏症を

呈し、草地の荒廃化に直接つながっている。

5) 以上の成績から、永年草地の施肥管理の要点は、磷酸と加里肥料を重点にした施肥法によって、マメ科牧草の生育を促し、これにイネ科牧草の適度な生育をはかる程度の窒素肥料を施用することが必要で、これらの点を考慮して施肥管理を行なうならば、更新の手段によらずとも、草地はかなりの回復をみ、永続性を増すことができよう。

参考文献

- 1) 赤塚 恵, 坂柳迪夫, 1964; 畑土壌における窒素供給力の検定方法に関する 2, 3 の考察, 北農試集報, 83, 64-70.
- 2) 早川康夫, 橋本久夫, 1961; 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する研究, 第 5 報, 牧草地土壌としての特性発現過程と窒素, 磷酸, 加里の供給力について, 道農試集, 7, 16-34.
- 3) ———, ———, 1963; 根釧地方の牧野改良, 第 2 報, 牧野に堆積する植物遺体, 腐朽物質とそれが草地造成におよぼす影響, 道農試集, 12, 23-36.
- 4) ———, ———, 奥村純一, 1967; 根釧地方の牧野改良, 第 6 報, 耐減肥性牧草の比較とイネ科牧草へのクロロバ固定窒素の移譲, 道農試集, 15, 101-112.
- 5) ———, 1967; 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特徴とその施肥法に関する試験, 第 10 報, 永年牧草地の改善策について, 道農試集, 16, 21-31.
- 6) 村上 馨ほか, 1955; 根釧地域における牧草地の実態調査, 北農試農事試験調査資料, 37.
- 7) ROBINSON, J.B., 1963; Nitrification in a New-Zealand Grassland Soil, Plant and Soil, 19, 2, 173-183.
- 8) SOULIDES D. A., and F.E. CLARK, 1958; Nitrification in Grassland Soils, Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 22, 308-311.
- 9) 吉田重方, 谷田沢道彦, 1967; 培地中化合態窒素の形態がダイズの根粒形成におよぼす影響についての一考察, 土肥誌, 38, 1, 21-24.
- 10) 山根一郎, 佐藤和夫, 1965; 山地草原における不耕起方法による牧草地造成, 第 3 報, 造成放棄地の施肥による回復, 日草誌, 10, 3, 206-213.

Summary

Following are the results of the survey and experiment for the establishment of fertilizing practice in the management of pasture based on a relation between growth of forage crops and basic properties of permanent grassland soils.

The results obtained are summarized as follows.

1) Undecomposed organic matter, that is, the so called root mat accumulates on the surface of the soil of permanent grasslands.

2) The nitrogen of permanent grassland soils is increased in both forms of hot water solution and dilute hydrochloric acid hydrolyzed. Further, mineral nitrogen is slightly increased in the form of the nitrate in summer, while it is increased in the form of ammonia.

3) The available phosphates of permanent grassland soils are decreased, especially in mid-summer, but are increased in the fall.

4) The available potassium of permanent grassland soils soon decreases regardless of whether the grassland has been utilized for a long or a short time, and potassium deficiency disease breaks out.

Those are closely connected with the devastation of grassland.

5) The leguminous growth vigorously utilizes phosphate and potassium fertilizer, and the graminaceous growth vigorously utilizes nitrogen to retain a suitable composition ratio, in whose management I conclude the possibility the permanent utilization of grassland without renewed plowing.