

研究発表会記事

特別講演

欧米 10 カ国における最近の草地

研究事情とその環境保全的役割

—とくに育種を中心として—

北海道農試草地開発第二部

真木芳助

本日は、私のために貴重な時間を割いて頂きまして有難うございます。私はこのたび科学技術庁の在外研究員として、約 4 カ月半欧米 10 カ国に派遣されました。研究テーマは「環境保全における草類の利用とその育種に関する研究調査」であります。したがって、各国の芝草研究事情の調査に力点がおかれた訳ですが、牧草育種や草地研究についても調査して参りましたので、そのあらましをご報告申し上げたいと思います。なお、今回の中期留学の実現に当っては、当場の久木田場長、高瀬前草地開発第二部長および土屋企連室長に種々ご配慮を頂きました。この席をかりて厚くお礼申し上げます。

さて、地球は今、寒冷期に向っているといわれます。今後 15～20 年の間に気温が 2℃低くなり、太陽エネルギーは 5%、降水量は 10%少なくなるということです。開発途上国では飢餓との闘いが始まっているというのに、さらにこうした悪条件が到来するとすれば、これにどう対処して食糧を確保するか、と各国の研究者は真剣に考えています。そして、結局、新しい研究開発、技術革新以外に途はないという結論に達したようでありまして、低温乾燥条件に対処する新しい研究の必要性が論じられております。しかし、当面の課題は牛肉資源の枯渇、蛋白飼料の不足をどう克服するかであります。この点草地研究者の果す役割は大きく、他部門から寄せられている期待感も大きいだけに、新たな意欲を燃やして研究に精出している、というのが各国研究者の表情でありました。そして、資源が乏しく国土の狭い国ほど研究熱が盛んなように見受けられました。開発途上国に対する技術援助も活潑に行なわれており、とくに英、仏、オランダは自国の旧植民地、西ドイツは東欧諸国と緊密に協力しております。

1. 米国農務省の研究機構改革：従来は牧草、トウモロコシ、大豆、棉、タバコというように作物別に研究体制が縦割りにされ、その本部ともいうべき研究センターがベルツヴィルに置かれ、その研究指導官が全国ベースの研究企画、指導、調整をやっていた訳であります。しかし、地方分権を主唱するニクソンドクトリンの指向によりまして、従来の研究機構を解体して全国を 4 地

区に区分し、それぞれの地区に農業研究センターを設けました。つまり、北東部（センター所在地＝メリーランド州ベルツヴィル）、北中部（イリノイ州ペオリア）、南部（ルイジアナ州ニュー・オーリンズ）、西部（カリフォルニア州アルバニイ）の4地区であります。この機構改革は行政担当官が作ったディスクプランをもとにして行なわれたもので、研究機関の人々は全くタッチしなかったといわれています。それだけに、研究上不都合も多く研究者間にはかなりの不満が残っているようです。今までの研究組織を細断したため、全国ベースの研究が組めなくなったこと、作物中心でなく学門の分野毎に多目的な研究を総合したので、専門作物の違う研究者が入り混って研究室や研究所を構成することになり、互いに勝手に違い疎遠になり勝ちである。また、各種農産物の生産地域を代表して選出されている上下両院議員は、従来通り棉とかトウモロコシ、大豆というように作物中心で動いて研究予算にタッチする傾向が残っていて、仲々やりにくいという面もあらわれているようです。つぎに、研究室の構成ですが、ベルツヴィルを例にとってみましょう。ここは前にもふれたように、これまで全国の研究機関の中核的存在だったので、多少例外的な面もありますが、従来の組織を全国ベースで研究企画や技術連絡に当るナショナルスタッフ（National staff）と、北東地区に関係する研究だけをやるリジョナルスタッフ（Regional staff）と2つの群に分けられています。そして北東地区農業研究センターは9研究所（Institute）と67研究室（Laboratory）から構成されております。今回の機構改革では、大気汚染、汚水、糞尿処理、有害重金属の土壤中の消長、農薬の残効などを研究する農業環境研究所と、植物遺伝・生殖質研究所の中に芝草研究室を新設するなど、環境保全に関する研究に力を入れた点が大きな特徴になっています。

2. 米国における農業研究の方向：昭和48年8月6～7日、ワシントン、D.C.の農務省で“天然資源開発利用に関する日米共同研究（UJNR）牧草種子生産部会”の合同シンポジウムが開かれました。その席上、農業研究局長Dr. T. W. エドミンスターが、これからの研究方向と題して30分以上講演しましたので、その要旨をご紹介しますことにします。牛肉不足は米国だけでなく世界的な問題である。この危機を克服するのが当面の緊急課題である。米国の年間1人当りの牛肉消費量は1950年29 Kgであったものが、1972年には53 Kg、1980年には64 Kgに達する見込みである。この需要に見合うだけの牛肉を生産するには牧草、飼料穀類、大豆の大増産が前提となる。そのために1980年までに1,800万頭の家畜、8,800万haの草地面積を新たに確保しなければならない。現在米国で生産されている肉牛のうち再生産にまわされているのは僅かに15%で、79%は肉牛市場に直行し、あとの5～7%は疾病その他の原因で斃死している。これでは急速な家畜頭数の増加は望めない。ホルモン処理で双子出生率を高め、さらに疾病による損失をなくさなければならない。一方、牧草類の75%は肉牛や羊に利用されているが、単位面積当りの牧草収量は必ずしも伸びたとはいえない。牧草でも米麦の品種改良で達成されたと同等以上の多収性育種ができるはずである。これと同時にもっと肥料をやって収量を高めることも大切である。また、飼料調製や利用技術を改善して収かく後のロスをもっともっと少なくすべきである。飼料穀類は1952年と比べれば225%の生産増があったが、蛋白生産は増加していない。飼料蛋白の不足は一層深刻になる事が予想される。トウモロコシ、エンバク、麦類の蛋白含有量

を高め、かつ、生産量の減少を図らなければならない。また、大豆にNを多施して収量を高めることも考えねばなるまい。以上述べたことは一つの例を示したにすぎない。牧草の育種、栽培利用、家畜飼養効率の向上など、一連の研究開発、技術革新が要請されている。そのための研究予算は確保できると考えている。牛肉不足は日本でも深刻になっているときいている。問題解決へのアプローチは日本も米国も大同小異であろう。日米双方の利益のため、この日米共同研究が一層活潑に行なわれ、多くの成果をあげるよう引続き努力する考えである。

3. 牧草育種：牧草の種類毎に区分して、欧米の育種研究事情をみてまいりたいと思います。一以下、スライドを映写し乍ら説明—

1) アルファルファ；まずアメリカから始めます。先ほども申し上げましたように、ベルツウィルは北東地区農業研究センターとして1972年から再発足しました。この場長はDr. A. A. ハンソンで、先年札幌にも来たことのある牧草育種の方です。この敷地は4,200 4a、職員2,500人(うち50%研究員)、家畜4,000頭、家キン6,000羽、実験用動物3,000匹、温室36棟、建物1,000棟、年間の訪問者20,000人といわれています。ここではDr. G. H. ハンソンが中心になって育種を進めています。炭疽病と細菌性萎縮病が多発し、播種2年目に病株が発生し、3年目にはスタンドの60—70%が消失して終わります。そこで、循環選抜法による耐病性個体のスクリーニングを行ない大きな成果をあげています。温度25℃、光度3万ルクスの人工気象室内に播種し、2週間後の幼苗に病原菌を接種します。1—2週間後に抵抗性個体を選抜し、それを鉢植えて温室に移します。日長16時間で6週間後に採種、種子は7℃に2日間貯蔵して休眠を打破し、次の選抜サイクルに入る方法をとっております。こうして選抜した個体を圃場に移植し、イタリアンライグラス50%、レッドフェスク50%の混播競合条件下で個体選抜を行っております。雑草はむしろ生やしておき1年目はモアーをかけ、刈草はそのまま放置します。中耕するとその方向にだけ伸長するので一切やらない。データは2年目からとります。こうして多収耐病性の新系統を多数育成し、目下各地区で系適試験を実施中です。

ペンシルバニア州大構内にあるU.S. 地域草地研究所では、Dr. ヒルが合成品種に合成する系統数と後代のヘテロシスの消長、雄性不稔、系統を使って育成した雑種の遺伝獲得量(Genetic gain)、同質4倍体アルファルファにおける選抜係数および耐病性の遺伝変異などについて、統計遺伝学的手法を使って育種方法に関する基礎研究をやっています。アイオワ州大では、再生、秋の草勢および冬枯れ抵抗性が育種目標になっています。カナダのゲルフ大ではDr. クリスチーが中心になって育種を進めており、当面、早生(年4回刈)、晩生(年2回刈)品種育成を目標にして、温室内に密植条件を作って選抜を続けております。カナダ農務省オタワ試験場では、Dr. ベーツィンガーが担当しております。ここでは細菌性萎縮病、フィトフトラ根腐病(Phytophthora)およびポテトリーフホッパー(Empoasca fabae)が問題となっています。最近“ALGONQUIN”という新品種が育成されました。イギリスに参りまして、ケンブリッジの植物育種研究所では、欧州で最も重要なVerticillium萎縮病に強い新品種“MARIS KABUL”、および細菌性萎縮病に強い“MARIS

PHOENIX”を育成し、間もなく普及に移される予定になっています。フランスは米国について世界第2のアルファルファミール生産国で、1972年に70万tのミールを作り、栽培面積は120万haに及ぶということです。乾物収量は15—20 t/haですが、倒伏とVerticillium萎縮病が問題になっています。多収性ではヘテロシスの利用を目標にしていますが、個体植(2本/m²)と密植(500本/m²)条件下では品種間より品種内変異が増加するので、直接ヘテロシスを利用した収量増加は難かしいといっています。フランスでは加里、水分、光が収量限定要因であると考えており、耐病性と適応性を拡大して増収に結びつく方法を検討中であります。耐病性個体のスクリーニングは米国でやっている方法と全く同じ方法を採用しております。個体選抜は70×70 cmでやっていますが、後代検定はマイクロプロット(畦巾10 cm、株間5 cm、1系統4畦、4反復)で行なっております。イタリアはアルファルファの原産地に近いので、耐病性育種は期待できないといっています。育種目標は多収と生存年限の延長におかれています。場長のDr.ハウスマンによりますと、各遺伝子型にはそれぞれ独自のベスト・デンシティ(Best density)をもっているはずであるから、個体値での選抜は意味がなく、金と時間の浪費にすぎないという。そこで、最初から密植単播で選抜を続けています。

- 2) アカクローバ; 育種を精力的にやっているのは米国ではWis.大とKy.大の2カ所、連合王国ではCambridgeとWales、仏のDijonおよびスイスのZurichの4カ国です。一時衰退を伝えられていたアカクローバですが、何故まだ育種を続けているのか……と尋ねてみますと、「利用管理の面から考えると、イネ科単播にN多施の方がよい様に思っていました。クローバには家畜に必須なミネラルが含まれていることが最近判ったし、クローバ混播草地の方が産乳、産肉量が多いこともあって、クローバの有用性が再認識されつつある」というのです。この傾向は短期輪作を必要とする英仏で強いように見受けられました。Ky.州でアカクローバを重要視している理由は、ウィヴィールの被害が多くアルファルファがよくできないからだ、といっていました。さて、アカクローバの育種目標はどこの国でも異口同音に生存年限の延長をあげ、ついで耐病多収となっています。まず、Wis.大の研究事情からみて参りましょう。Dr. R. R. スミスは、生存年限を短くしている株枯れの原因は茎が寒さのため裂け、そこから病菌が入るためと考え、この寒害抵抗性は遺伝的なものであると想定して選抜を重ねています。また主要形質は非相加的遺伝子によって支配されるとして、複交配を行なってヘテロシスの利用を図っています。この場合、花蕾期に高温にあてると偽自殖和合性(Pseudo-self-compatibility)が高まる事実を利用し、花蕾期に40℃、全小花が開花した後20℃に戻して自殖種子を得ています。Ky.大では生存年限を延長する方法として種間交雑を考え、186種の野生種を全世界から収集しています。これまで47組の交配をやりましたが、成功したのは1組だったということです。なおこの種間交雑の親和性を判別するのにクロマトグラフィック・パターンを利用する研究も併行してやっております。ここでは1960年に“ケンラッド”を育成しましたが、さらに耐病性の強い“ケンスター(KENSTAR)”を作出し、今年9月1日普及に移されております。また、笑気ガス(N₂O)を利用して4倍体を誘起する試験もやっており、6気圧処理で60%4倍化し、混数体(mixoploid)はほとんどでないとい

っています。英国では茎線虫(stem-eelworm)が大害を与え問題になっていますが、原虫を接種して抵抗性個体を選抜する方法を確立し、顕著な育種効果をあげています。仏では N_2O ガスによる倍数化が順調に進んでおり、6気圧、24時間処理で70—80%の4倍体植物が得られ、キメラも殆んどでないということです。目下、採種量に関する遺伝力や選抜による遺伝獲得量(Genetic gain)を推定しています。

3) ライグラス類；比較的気候温和な北海沿岸諸国では、ペレニアルライグラスに勝る牧草はないといえます。Dr. J. P. クーパーは、理論的に可能な年間乾物生産量は $29t/ha$ と試算しておりまして、光エネルギーの転換率を最大にするにはLAI(葉面積指数)を3—4から7—9まであげる必要があるとしています。そして、育種家は長葉、直立型で草丈の高い品種を育成すべきであるといっています。ウエールズでは彼の理論に基づいて選抜を重ね乾物で30%多収な系統を作り、今種子を増殖中ということでした。スコットランドでもライグラスの育種を進めており、各形質の遺伝力推定、選抜指数、種間交雑の研究をしています。デンマーク王立農科大では草型(ほふく、直立)間の競合や主要形質の遺伝力および収量構成要素の解析を行っています。育種試験場ではIn Vitroによる消化率を基準にして草質改善を図っており、さらに、 $-15^{\circ}C$ で3日間処理して耐寒性個体のスクリーニングを行なっています。オランダのDr. ダイクは個体植と密植混播競合条件下でのデータには相関がないといっておりまして、競合力の強いオーチャードグラスを散播し、その中に $50 \times 50cm$ に幼苗を移植して選抜を行ない、後代検定もチモシーを散播してその中に畦巾 $15cm$ にペレニアルライグラスを条播してやっています。

4) トールフェスク；肉用牛の放牧草として一層重要視されるようになりました。Ky. 31で有名なKy.大では、最近Ky. 31より11%多収な“ケンハイ(KENHY)”を育成しています。フェスキュー・フート(Fescue Foot)は一種のアルカロイド(Perloline)が消化を妨げるため採食不十分、栄養不良の結果起ることが明らかにされました。どの国も草質改善を育種目標にしていますが、Ky.大のDr. バクナー、スイスのDr. バドークスらはライグラスとの種間交雑をやって後代の固定化を調べています。一方、仏では生理生態や主要形質の遺伝性を統計遺伝学的手法で解析し、長葉、少茎、直立型を選び、さらに刈取時期を調節して刈草中の草質改善と栄養収量の向上を図る独自の方法をとっています。

5) オーチャードグラス；米国北東部および欧州内陸部で重要視されています。アイオワ州では冬枯れが問題になっておりまして、1960年に冬枯れに強いスターリング(STERLING)”を育成しておりますが、この品種はさび病に弱いので、さらに2回の表現型選抜を重ね、乾物収量で30%、IVDDM収量ではスターリング100に対し、実に168%の増収を達成したといっています。西ドイツでは、夏期の高温($30^{\circ}C$)、春秋の低温($0^{\circ}C$)に耐えて生存を続ける系統を選抜中であります。西ドイツは韓国に技術援助を行っており、ここで育成した品種を韓国へ導入する予定ときいています。

今回の講演では、以上のはか、草から飼料たんぱくを作る方法、欧州における奨励品種の決定、種子保証制度、米仏スイス、伊の酪農家訪問と経営内容、芝草研究、緑化事業の実例など、スライ

ドを通じてご紹介申し上げましたが、紙数も尽きましたので、詳しい報告は別の機会に譲りたいと思います。

—文献省略—

家畜研究との接点にみる牧草および草地の評価研究手法の現状

—欧米諸国における事例とその考察—

滝川畜産試験場

佐久間 智 工

1. 北海道立試験研究機関研究員の海外派遣研修制度による研修員として、昭和48年8月から10月までの3か月にわたり、欧米9か国を訪ね、標記の件などを主内容とする研修の機会を得た。
2. 当該項目にかかわる若干事例をあげると以下のとおりであった。

(1) 牧草草種品種の評価と育種への適用

Roskilde(デンマーク種子協会作物育種場)では、育種素材の評価に当たって、従来から行なわれている乾物生産量に加えて、化学的組成および消化率を指標としていた。このうち消化率は、In vitro法によって測定し、化学的組成については炭水化物および粗たん白、粗せん維などの他に、アミノ酸組成についても測定しているという。しかし、牧草中の炭水化物含量とたん白含量の間には負の相関があり、また牧草の生育ステージの相違によって、消化率の順位も変化するという。そこで、ここでは、Future challengesと銘打った仕事で、こうした実験室内での評価の済んだ材料を、比較的大型の酪農家に持ち込み、1点2〜3ha、4、5点規模の栽培を依頼、一定期間、特定の群に給与、乳量を測定して、育種素材の最終の評価としているという。

Nyon(スイス)では、高標高地(この場合1,200m)に適応する牧草草種を選定するため、3つの異なった標高を有する試験地で刈り取り法によって比較するとともに、高標高地においては、育成乳用牛を用いてその牧養力を検討中であった。スイスにおける基幹イネ科草種がオーチャードグラスであることにもより、スプリングフラッシュの現われる時期と融雪期の早晚との相互関係から、こうした高標高地に適応する品種は、低標高地および中標高地に適応する品種とは、まったく異なったものであるという。Aberystwyth(イギリス)でも、育種素材の評価に際して、家畜による乾物摂取量が決めてになるものと考え、関与する要因としては可消化せん維素と粗たん白および可溶性炭水化物の含有割合を重視していた。ここではまた、高丘地に試験地を有し、気象条件および土壌条件に即した実際の放牧を行ない、育種素材評価の完全を期するという。こうした実放牧条件下のデータ収集によって、次に求められる