

シンポジウム「北海道における飼料用トウモロコシの栽培と利用の技術」

討 論

座長 国井輝男（上川農試） 石栗敏機（滝川畜試）

座長（国井）：中世古さんと長谷川さんの御講演は原料生産、鷹野さんと阿部さんの方は利用ということで、大きく二つに分けて論議したい。まず、前者について、北海道のトウモロコシ生産は乾物生産が一番重要なポイントだといわれるが、そのへんから何か御意見はないでしょうか。

吉良（北見農試）：中世古さんのIBPの結果ですが、根刈は気象が盛岡に似ていると思われるので、なぜあのような結果になったのか疑問を感じる。また、交4号は、根刈では何とかギリギリで生産できる早生品種だったので、札幌では余裕をもった生育をする品種なのかどうか。さらに長交7号は、根刈と同様に盛岡でも何とかギリギリ生育をする品種かどうか。これらをひっきりぬめてお伺いしたい。

中世古（北大）：最初の御質問ですが、私自身のデータを解析してみたが、桔梗ヶ原に比べて盛岡では葉面の拡大が早く急激に枯れてしまう原因がよく分らない。盛岡は札幌に比べて高温多雨で、どの時期でも雨量が2倍位ある。そのため生育の前半が徒長的に進む。そして後半の登熟期に入ると、葉のエイジングが進んでくるために枯れてくるのではないかと考えている。根刈は気象条件が盛岡に似ているといわれたが、やはり雨量が多いのではないだろうか。栄養生長期において、気温は低いとしても、雨量が北海道の他の地方よりも多いのではないか。それが葉のエイジングと関係しているものと思われる。それから、私の成績では、交4号の全生育期間を通して、札幌では乾物生産量は積算温度および日数と相関がかなりある。しかし、盛岡や桔梗ヶ原ではあまり相関がないことから、交4号でも札幌ではギリギリだと思われる。それから、特に桔梗ヶ原では、交7号の生育日数と子実収量および全乾物重との間に0.9位の相関があって、十分期間の中に入っている。

三木（天北農試）：IBPの試験の栽植密度をみると、盛岡は桔梗ヶ原よりも約千本多い。CGRが大きくなったのは本数が多いためではないか。また、葉が早く枯れたのは、前半よくのびたため窒素を消費してしまったためとは考えられないか。いずれにせよ、栽植密度の影響があるのではないか。

中世古（北大）：盛岡の栽植密度は、当時、最も子実生産が高いところを選んでいる。しかし、子実生産量は札幌よりも少ない。お話のあった窒素吸収のパターンについても、どれだけやったら良いかという問題とは別に、やはり、生育期の雨のふり方などがかなり関係していると思う。交4号を密植すればとれるかという、そうではない。生育全体のパターンと気象タイプとの関係といった観点からみると、推測ではあるが、気象タイプは窒素消費のパターンにもかなり関係していると思う。

脇本（中央農試）：器官別乾物重の推移図をみると、盛岡では枯葉の割合が少ないから、むしろ、枯れ

上りが遅いというべきではないか。また、盛岡は収穫期が他よりも早く、登熟期間が短いとしているが、収穫を遅くすれば子実収量が増加するのではないか。

中世古(北大)：この図は乾物重量を示したものであり、葉面積をみると全然違っている。別に示したように、面積からみると葉の枯れ上りのパターンは大変早い。また、登熟期間の問題であるが、当時盛岡では子実生産が最も多いということで交7号が使われていた。この交7号は長野で育成された品種で、盛岡では札幌におけるよりも子実の変異係数が大きい。もっと盛岡の気象条件に合った、つまり、盛岡で選抜された品種を使えば、登熟期間が長くなることも予想される。

座長(国井)：乾物生産の地域差についてはこの位にして、長谷川さんが提供された問題に移りたい。地帯区分をどう利用するかについて御討議願います。1955年に戸田らが15地域に分けて、ずっと利用されてきたものが、こんどはAからFまでの6地域に分けられて、大まかになってきているともとれる。天北ですでに地域別に分けてトウモロコシの導入をはかっておられる大槌さん、いかがですか。

大槌(天北農試)：積算温度による地帯区分は、私共の指導上の区分とは必ずしも一致しておらず、疑問に思える部分があります。

座長(国井)：相対熟度を実際に利用される現場の普及所の方、御意見はありませんか。(発言なし)
中世古さんも長谷川さんも、将来トウモロコシは密植になっていくだろうとのことで、当然草型も変っていくものと思われる。現在アメリカから輸入されている品種は葉が立型になってきている。これらの将来方向について御意見を伺いたい。

門馬(北農試)：多肥密植は、早生については、長谷川さんのお話のように、子実が減少しないので有利と思われる。最近、葉が立型になったものが導入されており、アメリカではすでに実用化されている。なお、多肥密植ではタッセルが問題になる。カッチングした方が有利とのデータもある。それにつれて、育種的にはタッセルを小さくする、またはタッセルのブランチを少なくするといった方向が出てきていると思う。

中世古さんに質問したい。IBPと似た仕事が、最近「自然エネルギー」といった別のプロジェクトで行われているが、そこで、札幌、塩尻、都城の3ヶ所で行われた成績をみると、IBPの成績とはかなり異なる傾向がみられる。札幌は塩尻、都城と比較すると、かなり初期生育から旺盛でCGRが大きいのだが、どのように考えたら良いか。IBPでは札幌は交4号、盛岡は交7号と品種が異なっているが、地域差をみるのに品種の違いをどう考えるのか。また、NARは札幌で登熟期の最後の方で上ってくるが、これは葉の枯れ上りによる補償的な作用と考えられないか。それから、桔梗ヶ原と盛岡とでは転流の違いがかなり大きかったが(20%と2%)、稈と葉鞘の登熟期における減少というのは盛岡でもかなりあるのに、盛岡ではなぜ子実への転流が少ないのか。

中世古(北大)：盛岡ではふえる年とへる年がある。長野の場合は、稈がのびて絹糸抽出から3週間まで、6年間毎年かなり増加して、その後毎年減少する。盛岡の方は増減があるので、平均して評価するとあまりいいってないということになる。品種の問題については、生産力では品種によ

る差異があるのは当然である。しかしNARやLAIのパターンについては、交4号でも交7号でも同様の傾向が認められる。品種以外に、気候帯に対応した生育のリズムがあると私は考えている。盛岡と桔梗ヶ原では、同じ品種なのにまったく異なるパターンを示している。温度は1度しか違わないが、降水量、日射量などが大きく違うためであろう。初期生育が旺盛なのは、最近の品種は耐寒性が改善されたために、CGRが高まったのではないかと。

門馬（北農試）：札幌でNARが最後に少し上るのはなぜか。

中世古（北大）：シンク・ソースの話になると非常に難しいのだが、例えばそのシンクがかかっているとすると、交4号と交7号を比較すると交7号は初めの増加率が小さいが、その場合にとびぬけて上るかという、必ずしもそうではない。一つの考え方としては、札幌が低温で経過すると葉のエイジングが、つまり、葉の生理的活性の進み方が早く老化しないで保っていることと、もうひとつは、生育ステージでいうと絹糸抽出直後の、ちょうど穂が肥大し始めたところよりも後になってくると、NARがやや上昇するということがある。しかし、これも桔梗ヶ原や盛岡のデータをも含めて検討してみると、あまり相関がないのではっきりしたことはいえない。やはり一番の原因は、葉のエイジングが遅いことが穂の発達と関連して、NARが上ってくるものと考えている。

座長（国井）：中世古さん、長谷川さんから、トウモロコシは将来密植が必要になるとのお話があったが、この点に関して再度補足をお願いしたい。

長谷川（十勝農試）：外国から入ってくる最近の品種の中には、葉がかなり立型のものがある。しかし、それらの収量は高いとは限らず、低いものもある。草型の改良が即収量増に結びつくかどうかは、もうすこし考えてみなければならない。収量に関しては多くの要因があり、草型はひとつの要因であろうが、それだけに固執するのは問題だと思う。文献をみると、熱帯に近い所では効果的だが北方ではそうでもないとか、高密植にした場合にある程度の効果が出たとか、不良環境のときに効果が出たとか、いろいろいわれている。これらも含めて、これから検討していくことであると思う。

中世古（北大）：乾物生産からみると、草型、葉を立型にすれば密植に適応するとしても、粗植にした場合にはエネルギーのロスが大きい。最近では少し表現が変わって、下の葉は水平で大きく、上にいくとだんだん小さく立型になるものが、エネルギーの受光と利用の両面からみて理想型とされるようになってきた。私の教室の後藤先生が、子実で16トン/haとったという畑をアメリカで見てきたが、そのトウモロコシはパイナップルトップとよばれる草型をしていた。これは上にいくにつれて葉が立ち上り、最後はほとんど直立のような形になるものである。最近では単に立型というのではなく、このような形が理想的とされてきている。次に、密植の程度であるが、先の交4号ならば、4400本でも年次によって葉面積が増加するとCGRがほとんど増加しないこともあるので、あまり密植にしてもだめである。密植する場合は、草型が重要なポイントになると思う。もうひとつの問題は、トウモロコシは密植すると必ず不稔個体がふえてくることで、私もアメリカで経験したが、多穂型といわれるものは、密植すると穂が非常に少なくなってくる。アメリカで二穂タイプといっているのは、単に密度の問題だけではなくて、せきはく

地とか環境条件の悪い所でも安定性があるというものである。むしろ安定性という観点からとりあげられたケースのようである。私もアメリカからもらったトウモロコシを検討してみたが、密植するといくら多穂型でも2段めの穂は作っていない。稈が太く根が大きくて、密植しても葉面積に対して根の比率が小さくならないものは、2段めも作る傾向がある。このような地上部と地下部のバランスと、先にいった草型の問題、それから二穂という形質は、最近アメリカでは常識になっているようで、密植になる場合は必須の条件であると思う。

座長(石栗)：次に、飼料としてのトウモロコシサイレージについて議論していただきたい。鳶野さんと阿部さんの御発表の中で色々新しい問題が提起されたと思う。20年ほど前にトウモロコシに陽が当たったという感じがしたが、当時は栄養価を正確に測るという程度にとどまっていた。TDNが70%位あるトウモロコシサイレージを北海道でも作れることが示され、そのような段階を経て今日まで来た。それを実際に、特に高泌乳牛にどういう形で利用するか、あるいは、飼料の評価法自体もNE(正味エネルギー)という評価法を入れていかなければならないのではないかと議論が出ているのが現状だと思う。

最初に、阿部さんも指摘された、トウモロコシサイレージは本当に高エネルギー飼料かという問題があるが、これについての考え方や経験を御発表いただきたい。(発言なし)

たしかに多給すると消化率が下るし、また、評価法自体がTDNだけでは家畜生産とうまく結びつかないといわれるが、これについて御意見はありませんか。十勝農協連では、トウモロコシの分析値を農家へ帰す時に、阿か注釈をつけていますか。

須田(十勝農協連)：分析結果に注釈はつけていないが、今まで分析を行ったところでは、TDNはトウモロコシの本当の力を表わしていないように思える。というのは、品種間の比較をTDNで行ってもあまり差がでない。当方の分析にはデンプン含量という項目があるが、これで比較すると早晩生、品種間あるいは播種時期による違いが顕著に出てくる。先ほど、トウモロコシサイレージは本当に高エネルギー飼料かという話がでたが、TDN収量でみるとトウモロコシはやはりエネルギー価の高いものである。ただ、それがどういうふうに使われていくのかという点はよく考えなければならないが、集約的な農業を考える場合には、調製もグラスサイレージに比べて容易なので、重要な作物であると思う。

座長(石栗)：鳶野さんに伺いたい。試験場の現状ではNEの測定は不可能だから、ここで示されたような推定式を用いて、現場の乳生産や肉生産に合うような新しい評価法を付記した成分表は作れないか。

鳶野(北農試)：北海道で前に使っていた飼料単位というものは、飼養試験に基づいてできた評価法である。また、モリソンが提唱した正味エネルギー(Estimated Net Energy)も飼養試験から得たものである。今のNRC標準は主としてエネルギー代謝試験から出てきているが、このような研究は施設にもその稼働にも多額の金を要し、日本ではなかなか成果が出てこないと思えるので、飼養試験に基づいてNEを求める方法も考えて良いのではないか。

座長(石栗)：針生さんからも御意見を伺いたい。

針生（北農試）：日本飼養標準の乳牛と肉牛については、まず60年度にみなおしを行ない、61～63年度に充分試験を行なってから全面的な改訂をやる、というスケジュールが大体できている。そこで、エネルギーの単位としてNEをとることになったとしても、単味飼料のNEを実測することはできないから、当然推定式を作ることになる。筑波の代謝試験装置は、その場合の推定式をつくる基礎データを求めるという程度になるのではないかと思う。

次に、トウモロコシは高エネルギーなのかという場合には、その飼料特性を明確にしたうえで議論を進めるべきではないだろうか。今日のスピーカーの鷹野さんはトウモロコシの子実の方に重点をおいて話されているようだし、また、別の方からは、ホールクロップという観点からのお話もあった。飼料特性を把握するには、最終産物中の乾物の中味が問題になる。実や葉が各々どれ位あるかで大きく変わってくる。それを評価するにあたっては、まず、エネルギーの問題が出てくる。TDNが理論的にはNE方式に劣ることははっきりしているが、しかしそれは決定的な違いではない。鷹野さんのお話にもあったが、TDNを測定するにもNEを測定するにも、一番基本になるのが消化率である。この消化率を変動させる要因は複雑で、摂取量とか炭水化物の構成とかいろいろあるが、それらを全部把握して飼料給与の計算が精密化した場合に、はじめてNE方式が生きてくるのではないかと思う。しかし、その時期は割合早く、コンピューターを使った飼料計算が今の勢いで進歩していくと、数年後にはくるかもしれない。

トウモロコシの飼料特性を評価するには、エネルギーの次に蛋白質の問題が出てくる。蛋白質の給与水準が低ければ飼料全体の消化率も低くなる。さらに、蛋白質は単に含量だけではなくて、ソリュビリティやルーメンバイパスの問題がある。それをどう評価して何で補足するかを考える必要がある。阿部さんの給与例を拝見すると、魚カスミール、綿実といったサプリメントにも色々配慮しておられるようである。

飼料価値を評価するには、さらに、摂取量の問題がある。これには、飼料そのものが持っている嗜好性と、組合わせの問題とが含まれる。飼料特性、飼料価値には以上のように多くの問題があるが、それを現場で解決されているのが阿部さんの例（58年）である。これが完全というわけではないでしょうが、理にかなった方向に改善されてきていると思う。しかし、まだ問題点もあるし、現在の技術や学問では分らない点もあるだろうし、今後の試験研究の問題点があると、数えていただいたと感じている。

座長（石黒）：阿部さんのお話にあった、牧草とトウモロコシサイレージを混合して給与する方法はおもしろい。和泉さんも根拠農試で、トウモロコシと牧草の併給が、特に高泌乳牛には良いという成績を出しておられた。ミキサワゴンで飼料を混合する給与法のベースに、トウモロコシサイレージを用いることについて御経験談等はありませんか。

佐藤（北農試）：私共が日常現場で言っていることを、阿部さんはほとんど実行しておられる。アメリカから多数の学者が来道するが、彼等にも大いにほめられるものと思う。特に、コーンサイレージとグラスサイレージという栄養的に相互補完関係にあるものをうまく組合わせている点が良い。飼料は一日の合計として栄養のバランスがとれていてもだめで、一口一口食べている

中味のバランスがとれていなければならないと思う。その意味でコンプリートフィードは非常に優れた方法である。みどり牧場は飼料給与については最高のレベルに達しているの、牛は健康で泌乳量も上ってきている。1万Kgに達するものも近いのではないかと思うが、牛の方がまだそこまで改良されていないかもしれない。(笑)

私共は牧草の早刈サイレーシと共に早生系トウモロコシを作ることを長年指導してきたが、これを妨げていたのは飼養標準である。飼養標準はTDNで示すため歴然とした差があらわれず、そのため農家の指導者も積極的にならないのである。NEなどで明らかな差を示すということが、家畜生産に結びつく飼養標準、あるいは飼料分析表示になる。日本でも数年後にできるそうだが、なるべく早く出していただきたい。

篠原(酪大)：阿部さんにおききたい。現実の生産の中から、どういう理由で「トウモロコシははたして高エネルギー飼料か」と考えられたのか。

阿部(みどり牧場)：今まで牧草はどんどん若刈するようになってきた。すると、デントコーンがきれてグラスを給与した場合、デントコーン以上の産乳効果がグラスにはある。グラスだけでも、質によってはデントコーンに優る効果がある。そして、デントコーンとはどんなものかと考えてみると、何か蛋白質がないと、牛の胃に入った時に効果がうすいと思われる。その他いろんなことも含めて、エネルギーというものがなければ乳にもならないし、高位生産もできないわけだから、本当にエネルギーが通常いわれているように高いのかどうか、単純に数字をみただけでもそうは思えないし、疑問に感じているところである。あまり明確にいえませんが。

篠原(酪大)：多くの農場を調べていると、阿部さんのところにもある、産前産後の病気がみられる。それは草だけの場合でもおきている。子供は産む、牛乳は出すという苛酷な条件下で、牛はバランスをくずしやすい。そんなとき、研究者側が出したデータにひきずられて、牛の観察が充分なされていないことがよくある。それで、分析データと現実の牛の反応を合わせて検討した結果どうこうしろということになっていけば、大変私は理解しやすいと思う。例えば天候が非常に悪い年に、トウモロコシの実が入らず、若刈牧草にもトウモロコシにも硝酸が蓄積する場合がある。そのようなとき、私共の分析データと牛の反応とがどんなふうにかかわっていくのかということ、今後は農家の方から、実際に牛を使ったうえで判断をおきかせたいと思っている。

座長(石栗)：栽培と利用の両方に共通して問題になることがあれば出して下さい。ガサをとる方が良いのか実をとる方が良いのかという問題などで何か御意見はありませんか。(発言なし)

座長(国井)：本日はきわめて話題が豊富で、座長団としては、まとめということができかねる。栽培と利用という違うところから話し合っていて、どこかでドッキングしたいと思っていたが、針生部長もいわれたように、実が先かホールクroppかという考え方に、かなり違いがあることを感じた。したがって、ここでとりまとめるということではなく、常日頃考えていたこととは違う知識を得て、各人が発想の転換をはかり、今後の研究の発展に役立てるということで、このシンポジウムを終わりたいと思う。最後まで御協力いただいた皆様方、ならびに話題提供をいただいた4名の方々に厚く御礼申し上げます。