

ASAパンフレット2007

大豆ミール（粕）や大豆が

飼料にもたらしたスピルオーバー・エフェクト

副題：畜産・飼料産業が今後也得る開発マーケティングの多様性

瀬 良 英 介

酪農・畜産・飼料コラムニスト
アメリカ大豆協会名誉参事・非常勤

ASAパンフレット2007 (平成19年)

前記

アメリカ大豆協会が日本に事務所を開設して半世紀が過ぎ丁度51年目になります。その間、時代の流れに対応しつつ日本国内の大豆・飼料関連業界や教育普及関係方面との相互協力や理解の中で多種多様なプロジェクトを遂行してきました。核には、大豆、大豆副産物である大豆ミール、大豆ハルや大豆油などの飼料への啓蒙と周辺技術普及が挙げられます。それは、直接的、或いは、間接的に米国産大豆と副産物の日本への輸出増大にもつながり、また、日本国内における畜産や飼料の発展と維持にも若干寄与した面があったと公私ともに信じています。少なくとも2度にわたる8年間の在米在学当事を省き、日本国内で直接に協会と係わり合いを持つようになってから38年目を迎える筆者の自負をお許しいただきたい。

昨年、アメリカ大豆協会日本事務所開設50周年を記念して拙稿をパンフレットに纏め、飼料・原料セールスの観点から要点を考えるとということで、大豆ミール（粕）などの各種飼料への利用を発刊しました。お陰様で多方面から「内容が具体的で現場担当の教育に使える」、また、「開発をするとき見落としやすいキーポイントが列記されていて考えを纏めやすい」、というような具体的なお言葉も頂き嬉しく励まされました。

今年の本国内の搾油による大豆ミール予測生産量は226万トン、大豆ミール予測輸入量は165万トン、それらの約8割は飼料原料として使われていますから、相応に利用が普及していることは事実です。

本編は、大豆ミールが飼料に使われる経緯の中で起きてきたスピルオーバー・エフェクトについて独白を含め考察を著しました。あまり耳にしない英語のフレーズかもしれませんが、開発マーケティングや販売に携わる方々、また、教育普及に携わる方々には将来とも多様な選択が可能であることを理解していただけたらと思います。本パンフレットも読者の方々に若干なりともお役に立つ面があれば幸いです。

瀬 良 英 介

(2007年・平成19年秋、記す)

ASAパンフレット2007年

(平成19年)

大豆ミール（粕）や大豆が 飼料にもたらしたスピルオーバー・エフェクト

せ ら ひで すけ
瀬 良 英 介

酪農・畜産・飼料コラムニスト

アメリカ大豆協会名誉参事・非常勤

はじめに

(平成19年)2007年秋

昨年は「大豆ミール（粕）などの各種飼料への利用」と題したパンフレットを飼料原料や飼料セールの観点から筆者なりに要点を抜き出して纏めた。今の時代は良くも悪くもそれぞれの仕事を担当している人たちがあまりにも忙しく時間に追われている。以前であれば、最低6ヶ月から1年かけて新社員にベテラン・スタッフが直接指導や訪問先に同行することで教え、仕事の内容や意味を体得させることが行われた。それが最終的には貴重なケース・バイ・ケースのオン・ザ・ジョブ・トレーニングになるが、現在の日本では米国のある面のみを強調して取り入れた傾向があるので、過剰なまでの経済効率と結果主義の追求が起き、地道な訓練は極めて困難である。また、地道な訓練や教育の価値を認めない傾向が強い。飼料もそうであるが、物づくりとその販売を含むビジネスは、如何なる場合も最終的には人間と人間のつながりと信用から成り立つ部分が小さくない。

本編は昨年の拙稿からは角度を変えて書いた。言い換えれば、飼料に使われる大豆ミール（粕）や大豆周辺に起きたことを裏返して捉えた。それは大豆ミール（粕）や大豆の飼料への使われ方が進む中で必然的に起きてきたことである。米国の大豆生産者にとっては多角的な競争をより前向きに捉えて今後とも進まなくてはならない。また、大豆を使う側から見れば原料を無駄なく有効に使う可能性と選択性が広がる面が出てきている。

スピルオーバー・エフェクトというのは学術用語でもマーケティングの専門用語でもない。然し、マーケティングに携わる人でも普通によく使う言葉というかフレーズである。直訳すれば、中身が器から溢れでたことによる影響となるが、通常は、中身が器から溢れでたことによる影響というよりは良い意味での波及効果というニュアンス（陰影）を持っている。

昨年とは角度を変えた捉え方と要点が、ユーザーに対し、また、種々の製造・サプライヤーに対し、セールス、社内教育、或いは、社内でのポイントを絞り込んだマーケティング開発・

研究などを始めるときの切り口になればと願いつつ本稿を著した。ただ、スピルオーバー・エフェクトを時代の流れの中で筆者なりに捉え、以前には一部で載せたような細かい数字や記述は避けた。この方が読者にとっても何かを考えるときの切り口にしやすいと考えたからである。無駄なようなことでも、実現性と実践の可能性を云々するときには考える力を多角的に養うことが重要であるとの思いも込めている。

更に、大豆ミール（粕）、大豆や副産物がゴールデン・スタンダード飼料の一つとして使われる要点は、本パンフレットの終わりにも再度強調した。それは、筆者が永年に渡りアメリカ大豆協会を通して大豆や大豆ミールなどを畜産飼料用に啓蒙してきたからということだけではない。やはり、米国と日本の畜産・飼料産業や関連産業に間接的に50年弱拘ってきた技術者としての「公平」な見解である。

下記には、スピルオーバー・エフェクトの要点のいくつかを書き出した。本編後半で要点の周辺について若干の解説を加えた。スピルオーバー・エフェクトがもたらしてきた影響は大きい。将来性や利害が絡む開発販売などに関する詳細は、それぞれの観点から係り合っている会社や研究所が調べていることであり触れていない。

それは、筆者のような部外者の当然の義務であり、勝手気儘に批判的論評を加えることは礼儀に反すると心得るからである。第一線から引退して12年、個人的な理由から業界とのお付き合いも最低限にし、時折の講演や執筆程度しか行っていない者としては、決して余計なことを言うべきではないと心得ている。しかし、筆者は、日本の畜産・飼料産業が、今後もやり方如何によっては、相当な強さを発揮できる産業であると信じている。

本文中では、筆者なりに「公平」に咀嚼した上で普遍的なスピルオーバー・エフェクトと場合によってはそれらの長所と留意点を加えた。

大豆ミール（粕）、大豆などのスピルオーバー・エフェクトの要点

（１）スピルオーバー・エフェクトのはじまり

- 1 大豆ミール（粕）が米国で豚や鶏に急速に使われはじめた1950年代
- 2 ゴールデン・スタンダード（とうもろこし・大豆ミール）の高人気と高普及
- 3 1973年の大豆の供給・在庫逼迫と契約済み以外の米国産大豆の短期間輸出禁止
- 4 同じころ輪作を止め毎年とうもろこしを作付けしたことなどによる病中害と供給逼迫
- 5 種々の食品産業副産物や残渣物利用への関心の増大

（２）スピルオーバー・エフェクトとゴールデン・スタンダード改善のはじまり

- 1 高度な飼料組成成分の分析器やアミノ酸分析器の開発と出現

- 2 発酵技術などを駆使した合成アミノ酸の研究開発と製造
- 3 最小原価コスト計算（LP計算）を可能にしたパソコン・ソフトとハードの開発と普及
- 4 ゴールデン・スタンダードに見られた栄養素過不足の研究とインテグレーションの進展
- 5 大豆生産者の理解と支持による大豆そのものの栄養素過不足の研究開発と修正

(3) スピルオーバー・エフェクトと合成アミノ酸

- 1 原料と飼料中の必須アミノ酸の種類や順序の研究促進
- 2 養鶏飼料の第一制限アミノ酸が通常はメチオニンだと特定
- 3 養豚飼料の第一制限アミノ酸が通常はリジンだと特定
- 4 飼料原料の組み合わせによってはトリプトファンやトレオニンなどにも高い関心
- 5 高メチオニン大豆や高リジンとうもろこしなどの研究開発と出現

(4) 時代の流れの中でのスピルオーバー・エフェクト

- 1 南米で促進された大豆生産
- 2 環境に優しい種々のエコフレンドリー飼料製品の研究促進と開発
- 3 米国大豆生産方法に環境を考慮した遺伝子組み換え品種の研究開発と高普及
- 4 南米でも普及した遺伝子組み換え品種
- 5 無農薬や有機（オーガニック）農業生産方法とその食品への関心

(5) 近年のスピルオーバー・エフェクト

- 1 遺伝子組み換え品種は大豆生産者への利便性から各ユーザー・レベルが望む方向へ進む
- 2 生産者とユーザー双方が望む遺伝子スタッキング（積み重ね）は益々進む
- 3 遺伝子組み換え品種の次世代への研究開発はいくつもの国で数世代分に及ぶ
- 4 菜種（カノラ）、綿実、アルファルファなどの作物は遺伝子組み換え技術を導入
- 5 イネ科とマメ科植物に接点を求める動きはあるがROIと市場流動性の調和が検討事項

本文

(1) スピルオーバー・エフェクトのはじまり

こと米国产大豆に関してはスピルオーバー・エフェクトの始まりを米国大豆の生産が急速に伸び始める1950年台後半から1970年台であると云っても間違いではない。幅広い見方をすれば1910年台から1920年台にすでに大豆を青刈り粗飼料として牛に与える研究が行われている。その頃の文献では、大豆は質のよくない青刈り粗飼料としての評価しか与えられていない。

大豆はペリー提督が日本から米国に持ち帰ったという報告もあるし、咸臨丸やジョン万次郎の逸話もある。今日の大豆は、十九世紀末から二十世紀初頭、そして第一次世界大戦に至る期間

に米国の国会議員や農学者に国の将来のことを思索した先見の明があるものがいたことが大きいと考える。それは世界各国に米国の作物学者を派遣するプログラムで、米国には無い数多くの植物を集めていたことでも判る。集めた種子や植物は、当時の国立農事試験場に保管され、国内での利用の可能性や可否について非常に地味な研究を行っていた。

往時の米国では大豆種子そのものの家畜飼料としての価値は皆無に等しいとしていた。前述のように価値があるとすれば大豆を粗飼料として牛に青刈り給与するぐらいであろうとする指摘があるが、現在とは隔世の感がある。そのような指摘がなされた理由は、大豆のみならずマメ科植物の種子全てが有している単胃動物への有害性が解明されていなかったからである。

日本では有害性の云々よりも、煮豆として古くから食していた。実際に生大豆は食物として非常に不味かったので食べていなかった。節分の豆まきも後で炒ってから食べていたのであるから何らかの加熱処理をして食していた。また、日本と東洋の一部では大豆を発酵させて食べる方法が経験的に知られていた。欧州やチベット、蒙古などではチーズやヨーグルトなど発酵食品を馬、羊、山羊、牛の乳汁からつくり食することを経験的に知っていたが、四足動物の肉や乳を食する習慣が宗教上の理由からも無かった日本では、大豆が主なる植物性蛋白質であり魚貝類が主な動物性蛋白質であった。

米国で大豆の評価が少しずつ高まるのは1930年前後から、経済恐慌時代を通して第二次世界大戦のあたりである。中西部の農事試験場や大学で大豆種子を分析してみると油分や蛋白質があり、恐らく何かしらの役に立つ価値がありそうだとする見方が増えてきてからのことである。

話題は若干飛ぶが、オーレオ・マーガリンの発明者として製法について世界で最初にパテントを取得したのはフランスの世界的化学者、ヒポライト・メゲ（1817-1880）である。彼はナポレオン3世の農場で酪農の研究もしていたが、痩せた牛は乳量が下がるのにその牛の乳の脂肪だけが高くなることに気が付き、バターを人工的に作り出すことに専念した。詳細は省くが、球形の脂肪をマルガノン(真珠)のような脂肪酸だと思いマルガリック酸と名付けていた学者がいたが、メゲが発明したマーガリンはギリシャ語のマルガノン(真珠)から取っている。産業革命時代のパリ、ロンドン、ニューヨークなどで都市労働者の数が増え、バター価格が急騰し供給量が逼迫したときメゲのマーガリンは役立った。

先見の明がある米国の自動車王ヘンリー・フォードはいち早く米国の農事試験場に持ち込まれた大豆の大豆油からディーゼル油がつかれるのではないかと関心を持ち自社内でも調べていた。米国では、メゲの製法からヒントを得て大豆油からラードに代わる揚げ物用の食用油脂が試されていくのもその時代である。同じく食卓用マーガリンが大豆油から作れるとする見解が出るようになった。マーガリンがかなり売れるようになると、バターの代わりになる製品であるとし

ながらも、バター色（黄色）に着色して販売することをを行う場合はマーガリンの販売量に対して税金を払うことを義務付けた法律が酪農のメッカであるウィスコンシン州で認められた時代でもある。実際、真っ白なマーガリンは消費者の見場に対する抵抗が非常に大きく、メーカーはマーガリンに黄色の色素を混ぜていた。後年、マーガリン・メーカーが支払った税金で酪農学部の建物を新築したのは酪農で世界的に有名なウィスコンシン大学である。

ゴールデン・スタンダードは米国の飼料業界ではとうもろこしと大豆ミールを組み合わせた飼料のことを指すのが一般的である。更に大豆ミールの加熱処理が適切な場合、養豚や養鶏の蛋白質原料として最良だということが判ってくる1950年代前半からである。また、ビタミンB12の合成が可能になり、段々とセレンなど微量ミネラルを含むUGF（未知成長因子）一つ一つが未知としてではなく、かなりの部分が解明されてくるにしたがい、重要なのは、先ず家畜が必要としている栄養組成分の大きなものから満たしていくことだという考え方が主流になった。米国の飼料業界でも、その頃から、エネルギー、蛋白質が先ず取り上げられ、次に繊維、マクロミネラル、微量ミネラルとビタミン類が取り上げられた。酵素や特殊な物質が検討され、大きく分けたエネルギーや蛋白質も細かく分けるようになるのは1970年代後半からで、多くは、1990年代前後からである。これら全ては元のとうもろこし・大豆ミールのスピルオーバー・エフェクトであると言って差し支えないだろう。

実際は、米国産大豆の生産が早いスピードで伸びるのは世界的に油糧種子としての大豆の需要が強くなる1970年代前後からであるが、その頃から米国国内でもゴールデン・スタンダード以外の組み合わせを考える傾向が出てきた。とうもろこしの代わりに南部など乾燥地帯で上手く成育するマイロ（ソルガム・グレイン）を与える研究などが代表である。大豆ミールの代わりにミートボーン・ミールや綿実粕を与える研究も然りである。えん麦、大麦、小麦、蕎麦麦などを穀類として使うのは第一次世界大戦前から行われていたが、大豆ミールとの組み合わせか考えられるようになったのは、かなり詳細な部分が判るようになる1940年後半からである。

伝説的に高名なF. モリソン博士の絶版になっている名著、「飼料と飼料給与（第22改定版・完全版、1959年“昭和34年”アイオワで出版）」は、1165ページからなる大作であるが、その中にすでに大豆ミールの養豚や養鶏への蛋白質飼料原料としての利用や当時としては特殊な研究がかなり細かく紹介されているが、飼料成分分析表には添加アミノ酸類の表示と数値は一切無い。アイオワ州立大学で学生として家畜栄養学概論、300番台や400番台の講座を取っていたときは、モリソンをベース・テキストに使いながらも、毎回、教授が謄写版よりはやや進歩したアルコール印刷機で論文や手書きのメモの写しを刷ってくれ、それらを使いアミノ酸添加や油脂添加のことなどを学んでいた。アルコール印刷独特の紫色の手書きメモなど今でも昔の本やファイルから出てくるが、微量ミネラルについてはフッ素、銅、コバルト、亜鉛などについては教えられたが、ことセレンに関してだけは、飼料工場の中に間違っても置いてはならな

い劇物というよりは毒物であると教えられていた。人間用ですら必須ミネラルになった現在では隔世の感がある。

前述のマイロやミートボーン・ミールや綿実粕などもスピルオーバー・エフェクトであるが、それらの研究や生産に関心が高まり一層の拍車をかけたのが1973年の大豆エンバゴ(輸出禁止)である。それは米国産大豆在庫の逼迫からすでに輸出契約済みの大豆については除外したが、そうでない買い付けに対して短期間輸出禁止処置が取られたことである。後に、米国政府はそのような手段を取ったことは間違いであったと表明しているが、日本の一般消費者の間では豆腐などの値段の暴騰でかなり混乱した。中近東の石油なども絡んでおきたトイレット・ペーパー買い付け騒ぎと同様である。当事の日本では、国内での一次・二次流通段階での余剰ストックなどの事情もメディアを含め消費者は知らなかったことも混乱に拍車をかけた。また、とうもろこしの生産性を上げるために収穫増の特徴を絞り込んだとうもろこしのコマーシャル用種子がつくられた。伝統的インブリーディングの育種でつくりだしたものだが、とうもろこしの生産量が大幅に伸びた。然し、そのような育種の特徴として、種子が持つ強さや良さが大きく出る反面、弱さが極端に出る面が裏目に出た。葉や茎が枯れる病気に対して弱かったことでとうもろこし需給が逼迫したこともあった。

1970年代台半ばごろから産業副産物や残渣物を飼料などに有用に使うことに関心が高まったことが大豆の短期的輸出規制の引き金によるものであったという点を立証するのは難しいかもしれない。然し、研究者や専門技術者であれば、また、そういうことに思いを馳せていた食品産業関連会社の経営担当者であれば世の中に破棄処分されている副産物や残渣物の行方を考えたのは当然の帰結であろう。筆者は素晴らしいスピルオーバーエフェクトであったと思う。

広い意味の副産物といえ、人間が食した後に必ず出る排泄物がある。そもそもが日本でも野菜作りをする畑に人糞を肥料として使っていた時代があったことを覚えている人は筆者を含めまだ相当数居る。住宅街や街中を定期的に「汚わい屋さん」が瘦せこけた牛に大八車を引かせ、家庭や事務所の便所の溜から人糞を柄杓で汚わい桶に汲み取り、二個の汚わい桶を担ぎ棒の両端にかけて上手に肩で担いで大八車に載せ、「お礼」として質の悪いちり紙や古新聞紙を“トイレット・ペーパー”として置いていった時代があった。小学校でも学校の便所の汲み取りを生徒と先生が行い、学校の運動場など空き地に汚わい桶と柄杓で人糞をまいて野菜やサツマイモを作ったことを個人的にも覚えている。通勤電車や列車のトイレにタンクが無く、排泄物を線路にまいて走っていた時代はそれ程昔のことではない。駅に停車中にトイレで排便をしないようアナウンスが出た時代でもある。戦前戦後の日本の畑の大半は、人糞を肥料にしていたから、農作物を消毒せずにきちんと水洗いしないで食べると回虫の問題が起こり、学校から定期的に回虫駆除の薬を飲むように渡されていた時代もあった。野菜の消毒に劇薬の過マンガン酸カリウム(potassium permanganate)を洗いおけに溶かし、きれいな赤紫色に溶けた水の中で生で食べる

キャベツなどを洗い、更に真水で濯いだ記憶があるが、一般家庭でそのような劇薬を消毒に使っていたのは極僅かである。

肥料として人糞を畑に撒くことが禁じられる過程で、田畑に窒素・リン酸・カリなどを含む化学肥料を使う方向に進んだ。結果として都会などで出る信じ難いほどの大量の排泄物は、多数の汚い専用のバージに積み、太平洋の公海上まで運搬してからバージの底を開けて捨ててきた時代も長く続いた。バージ所有者の中には燃料節約のために湾の外で直ぐに排泄物を捨てさせたバージなどのことが問題視される時代を経ている。

筆者は昔、家庭の便所の汚物溜めにびっしりとうごめく白いうじ虫を見てうじ虫は動物性蛋白質であるからそれを効率よく回収できれば絹のような蛋白質繊維がつくれ、肌にしっとりした“ウジロン”とも呼ぶべき衣料繊維ができると考えたことがあった。家畜の蛋白質飼料や人間用の補助栄養剤のサプリメントにするよりは使用量も大きいと夢想した時代があったが、それが突拍子も無く現実離れした技術でもないことは後年判った。

食品産業の残渣物と云えば、日本では豆腐粕やビール粕が代名詞である。まだ、問題が全て解決しているわけではないが、かなり上手に飼料などに再利用することが進められている。ビール粕やウィスキー粕など蒸留酒の粕などは、量的には少なくとも人間用のサブリ原料として製品化してきている。近年ではデパートの惣菜の売れ残りを扱う部門やレストラン街の残飯を扱う部門が対処を考えているが、これら水分や栄養成分の異なる残り物を乾燥する経費は小さくない。スラリー（どろどろの液状）にして飼料として使用する方法はドイツやオランダでの開発が早かったが日本での研究開発のほうが遅かったことを考えると釈然としない。それ以外の様々な産業残渣物の栄養分析などについては、むしろ米国のほうが日本よりも先発であり進んでいる。筆者の偏見であるかもしれないが、日本は相対的に土壇場に追い込まれないと事態を直視して前向きに解決しようという動きがおきないようである。後発であっても日本の基礎的な技術能力レベルと実践に移せる能力は高いのであるから今後益々の健闘を期待する。

(2) スピルオーバー・エフェクトとゴールデン・スタンダード改善のはじまり

ゴールデン・スタンダードとしてのとうもろこし・大豆ミール飼料が米国の飼料産業で一般的に受け入れられるのは1960年台半ばからである。1980年台程度までが全盛と考える専門家や学者も多いが、現実には、今でも米国中西部などの大学や公的研究機関での試験には対照区にゴールデン・スタンダードが使われている場合が多い。事実、今でもスピルオーバー・エフェクトを取り込みながらも、米国、特に中西部の飼料設計の大きな部分は前述の二原料になる場合が多いことは否定できない事実であろう。

飼料と栄養の面でのスピルオーバー・エフェクトを促進したものとして飼料組成分の一つで

ある蛋白質を更に細かくみるアミノ酸分析器の開発と利用などがあげられる。昔から行われている飼料の一般組成成分の分析はケルダール法とも呼ばれる方法で試験室で行われる。フラスコ、試験管、ガス・バーナー、オープン、検査液や化学薬品などを使って原料を分析する定量・定性分析などのことである。

分析する内容によって異なる分析器が加速度的に開発されてきたのが1970年代後半から1990年代にかけてであろう。以前には飼料分析などに使うことは想像もしなかったような分析器を飼料用に改良した器械も出現した。中には、現場で迅速な分析が必要なことから、それに合わせた器械が開発されたが、開発当初は数値そのものが使用にたえないものもあった。器械の研究や分析が進むにしたがい、ハードの改良とともに器械のカリブレーションも精度があがり現場で使用にたえる器械の種類は増えた。近赤外線分析器、別名、NIR分析器などがその良い例である。ガスや液体などの高速クロマトグラフィーや原子吸光分析器などが飼料業界で珍しくなく駆使されるようになったのも1990年代に入ってからである。スウェーデンなど北欧諸国は飼料や畜産物の特殊な分析をする器械をいち早く開発する傾向がある。日本も産業用に島津製作所などが特殊な分析器を作ってきていることで世界的に有名であるが、飼料関係に使われるようになるのは過去20年前後からのことである。

日本の発酵技術の底辺は広く、世界の中でもトップレベルにある。それは、大昔から日本人が食生活に普通に取り込んできた大豆をベースにした発酵食品や調味料の納豆、醤油、味噌などと深い関係がある。大豆ではないが琵琶湖の鮎ずしなどのように「熟れずし」と呼ばれるような食べ物、或いは、新島でむろ鱈からつくるくさやの干物、東北のイカの塩辛やかつおの酒盗、胡瓜、茄子やかぶの糠漬などは全て大昔から経験的に体得し作ってきた発酵食品である。これら多くの生活に根ざした発酵食品は日本の四季に組み込まれた温暖で湿度の高い気候と深い関係がある。

前述のような理由から発酵に関する学会や学術研究の層の厚さは世界の中でも日本が突出している。後に発酵の研究の延長線上に出現するのがアミノ酸やビタミン群を作り出す技術である。酵素や細菌、真菌などの研究成果も取り込みながら飼料用の添加物であるアミノ酸や他の微量物質を作りだしている。アミノ酸のメチオニン、リジン、トリプトファン、トレオニンなど発酵技術から出てきたものは多い。発酵技術は、次の段階として飼料への利用よりも付加価値が高く貢献度の高い人間の医学分野での利用を考えた薬品や物質に移っていくことは必死であろう。すでにその方向での研究は多い。

ゴールデン・スタンダードを評価するのに1970年代前半から出現した卓上型小型パソコンと使い易い市販ソフトのリニア・プログラミング、別名、最小原価コスト計算、或いは、LP計算と呼ばれるソフトの影響は大きい。それらは飼料計算を容易にした。飼料計算を単純に行う

のであれば算盤でもできるし、紙と鉛筆や簡単な電卓でもできる。1960年台始めには電卓は存在しなかったのであるから、技術者はスイス製のクルタの手動回転式の小さな機械計算器を使って計算したものもいた。当事は、高価な器械だったので通常は研究所などでないと使っていなかった。実際はかなり面倒なもので、左手で持ち右手で数字鍵のように数をセットしてから小さなハンドルをグルグル回し、それをセットし直しながら繰り返すのである。

飼料計算は連立方程式で解く方法があるが、未知数が3個程度でも非常に演算に時間がかかる。筆者が1969年（昭和44年）にアメリカ大豆協会の家畜栄養担当として日本に赴任のため帰国したとき、大豆ミールととうもろこしを使った養豚飼料の単純設計を計算するのに電卓だけは購入が必要だと感じた。当事、アイオワ州北部のハドソン村にあった協会本部にテレックスで購入許可を要請した。ファックスやメールは存在しなかった。特別予算で許可を得て購入した日本製電卓はメモリー1個と加減乗除のみで8万円弱であった。電卓は液晶表示ではなく、緑色の電光管を使っていたのとA6版程度と大きかったので乾電池の消耗は非常に早くACアダプターも無かった。リチウムやアルカリ乾電池などは勿論存在しなかった。現在、胸ポケットに入る名刺大の薄型電卓が液晶表示と太陽電池・ボタン電池付きで秋葉原の電気街では800円前後で買える。現在のスピルオーバー・エフェクトによる複雑な配合設計を昔の電卓を使って行った場合、一種類の配合設計を計算するのに丸1日は必要である。

アイオワ州立大学の畜産・酪農学部にはIBMの大型電子計算機があったが、それは大型磁気テープを使うのではなく図書館の索引カードに似た何千枚もの紙製パンチカードに無数の孔をあけて計算指示を作成し使っていた。筆者もN. ジェイコブソン教授の子牛の試験を下働きとして手伝っていたことがあった。大学農場で子牛のペンの掃除、飼料給与、残食量や体調と糞の状態などを記帳することである。また、計算室にある箱に入った膨大な枚数のパンチカードをひっくり返さないようにIBMの機械式読み取り機にかける準備作業に神経を使ったことを覚えている。

1970年台半ばの初期の卓上型小型パソコンでは10×15個程度のパラメーターを15分ほどかかって演算できたが筆者はその速さに驚嘆した。現在のノートパソコンなら秒単位で計算するが、そのような速さは1970年台から1980年台前半の卓上型小型パソコンでは想像すらできなかった。

ゴールデン・スタンダードに見られる養豚や養鶏飼料の栄養素過不足については1960年半ばから指摘されていたが、それらについての当初の研究は基本的にとうもろこしをマイロなどの穀類と置き換えること、また、大豆ミールの代わりにミートボーン・ミールや綿実粕と蛋白質を部分的に置き換える研究が始まりだったといっても過言ではない。

然し、研究が進むにしたがい、とうもろこしをマイロと置き換え、大豆ミールを綿実粕と置き換える研究だけでも難しいということが判ってきた。それはそれぞれの原料が含有しているエネルギーの部分と蛋白質の部分が絡んでくる上に養豚や養鶏の違いがあり、また、それぞれの家畜家禽のステージ、飼育方法や遺伝系統などが絡んでくるので細かい部分を追求しながらの研究は一朝一夕にして解決できたり蓄積できたものではない。ラテン方格と反復試験だけでも容易なことではない。少しずつ積み重ねられながら構築されてきた今日の学術データ、米国のみならず世界各国の学術データが失敗も含め畜産・飼料・食品産業、そして消費者というか人類の財産である。

筆者の個人的見解であるがやはり養鶏、特に1960年ごろからブロイラーのインテグレーションがいち早く進んだ（大型化した）米国では、その経営形態の中で市販用では得難いある種の超大型自家配合飼料をつくる必然性にぶつかり、ゴールデン・スタンダード主体のブロイラー用飼料が持つ栄養素過不足問題の研究は進んだ。次に産卵鶏農場のインテグレーションが進んだし（大型化したし）、肉牛の肥育段階での巨大なフィードロットが飼料の研究を進めるのに影響を与えたが、ことゴールデン・スタンダード飼料の場合、肉牛よりも良質な蛋白質原料と良質な穀類を必要とするブロイラーや産卵鶏のインテグレーションのほうが栄養素過不足に関する様々な研究が進んだ。

特に、1970年台から1980年台にかけて競争が厳しくなるにしたがい、ブロイラーの飼料などは1トンの飼料を作るのに原料コストが1トン当り日本円で20円から50円違えば、配合設計を変えるほどになった。複雑なのは、インテグレーション全体の経営分析が進むにしたがい、最高の飼料効率や成績を出すことだけが最高利益に到達することではないということまで判ってくるにしたがい、一定の栄養要求量に対しての栄養素過不足を適切に押さえる研究は進んだ。

1980年台後半から近年にかけてインテグレーションが進んできた分野は養豚であるが、近年の養豚飼料と栄養の研究の根底にはゴールデン・スタンダード飼料を対照区にして栄養素過不足の研究が増え、また、昔行っていた試験研究を新しい角度から再度試験することが多く行われるようになってきた。加えて、更に厳しくステージ、或いは、フェーズごとの栄養素過不足を適切に調整できるようなある種の自家配合飼料になってきている。

肉牛の肥育用フィードロットなどとはかなり考え方が違うが酪農も米国の西部、南部、山岳地帯の酪農がある種の専門性を持たせたインテグレーションとして進んできた。近年では、その考え方は中西部や五大湖周辺の酪農にまで影響を与えている。その大型化の中で粗飼料や濃厚飼料などを全て混ぜたTMR飼料（オールインワン型、コンプリート・フィード型）が増えているが、その中でも使われる様々な用途に応じたサプリメントやプレミックス飼料などが研究されて

きている。分解性や非分解性蛋白質、粗繊維の質に対する分類や栄養評価も格段に進んできた。これらの分野はまだ未解決の部分が多い。インテグレーションが進む当初は、原料のコストを栄養素過不足調整で修正していくことに主眼が置かれていたので、後述のように、環境問題という観点からの研究はそれほど関心は高くなかった。

前述のようなインテグレーションが進むにつれ、また、飼料会社の統合合併や専門化が進むにつれ、そして、油糧種子を搾油してミールを作る搾油工場の競争が厳しくなるにつれ、米国の大豆生産者はチェックオフ基金を研究にも多く回すようになった。大豆を販売したときの金額の一部を州や全米の段階で天引きするチェックオフであるが、その基金の一部を大豆ミールを穀類などと組み合わせてつくった飼料の栄養素過不足の研究に充ててもらおうよう州立大学など公的研究機関に資金提供を行うようになった。それらの研究論文や発表の数は過去30年では膨大なものである。それらの研究が蓄積されてきた結果として、飼料会社、R&Dの技術者、栄養コンサル、養豚や養鶏経営者、インテグレーター、大学の普及専門家や栄養専門の教官は大豆ミールの使用量や使用割合を適切に修正・調整して今日に至っている。近年では、大豆や大豆ミールを細胞レベルで捉える基礎的な研究にも力を入れ、消費者や産業構造の変化に対応する努力が払われている。

(3) スピルオーバー・エフェクトと合成アミノ酸

前述のスピルオーバー・エフェクトにあるように当初最も経済的な調整が必要とされた部分は、豚や鶏用飼料中の混入量が小さくないが故に飼料コストを相応に占める大豆ミールの蛋白質の部分である。単に蛋白質を上げ下げすることとは異なり、大豆ミール中の蛋白質を構成しているアミノ酸の種類や必須アミノ酸の順位などを総合的に判断することであった。次に、とうもろこしのような代表的な穀類と組み合わせたときに起きるアミノ酸の過不足や順位を色々な条件設定の中で調べる時代が続いた。

必須アミノ酸としてのメチオニンはかなり早い段階から重要なアミノ酸であると想定されていた。それは前述のモリソンの1959年版(昭和34年版)でも触れているし、イリノイ大学のローズが10個のアミノ酸を必須と報告しているが、数多くの研究者が1940年台後半にアミノ酸に関する初期の研究をしている。

米国の学者の中にはかなり傑作な人がおり、筆者との雑談では、羽毛が生えないような鶏を何とか作り出すことが出来たら産卵鶏用飼料のメチオニン要求量は相当に減らすことができるから大豆ミールは安泰だと漏らした。この他にも噴飯ものと思われるようなことを真面目な顔で説いていた学者であったが、近年は残念ながらこのように突拍子もないことを考え追いかける人が少なくなった。

ここで簡単に蛋白質とアミノ酸について再度述べておくことにする。蛋白質を構成するアミノ酸は積み木のような存在だが、200種類以上の自然に発生するアミノ酸がある。基本的には、アミノ基（ NH_2- ）が炭素（ C_4 ）の原子に繋がり、更にカルボキシル基（ $-\text{COOH}$ ）がそれに繋がる形になっている。通常の蛋白質には約20種類のアミノ酸がある。

必須アミノ酸は、動物体内で合成しない、或いは、合成はしていても合成する速度が動物の正常な成長、維持、妊娠、或いは、生産（卵、肉、乳など）に必要な量を十分に供給できない種類のアミノ酸のことを指す。換言すれば、必要な必須アミノ酸が多く入っている飼料原料を加えるか、特定の必要なアミノ酸のみを合成アミノ酸の形で加えなくてはならない種類のアミノ酸のことを指すのである。

豚など単胃動物用飼料の必須アミノ酸は通常10種類である。成長・妊娠・維持、肉生産、授乳などのステージによって異なるが、一応、リジン、メチオニン、トレオニン、トリプトファン、ロイシン、イソロイシン、バリン、フェニルアラニン、ヒスチジン、アルギニンの10種類である。

家禽は必須アミノ酸が約12種類あると考えられている。前述の豚の必須アミノ酸の10種類にグリシンとプロリンを追加して12種類のアミノ酸を必須アミノ酸とする場合が多いが、豚も鶏も飼料原料などの中身が将来大きく変わることになると必須アミノ酸の種類や数に変化がおき、添加アミノ酸の種類が増える可能性を否定できない。

必須アミノ酸のリジンが豚にとって通常は第一制限アミノ酸であるが、メチオニン（メチオニン+システイン）は家禽にとっての第一制限アミノ酸である。トリプトファンは豚と家禽双方にとっての制限アミノ酸である場合が通常の飼料では多いと指摘されているが、一般論としてそれらは当たっている。

加えて、総含硫アミノ酸であるメチオニン+シスチンの約半分はシステインとシスチンで賄える。システインと呼ばずにシスチンと呼ぶ場合も多いが、化学構造は少し違う。システインは硫黄を1個含むアミノ酸であるが、シスチンは、二つのシステインを2個の硫黄で繋いでいるアミノ酸のことを指している。どちらも、システイン酸として定量することや代謝上のこともあるので、海外では、システインと呼ぶ場合のほうが増えているように思う。したがって、化学構造上、シスチンとシステインは正確には同義語とは言えないが、そのような扱い方をしても間違っていないと言ってよいだろう。システインはメチオニンから合成される。また、フェニルアラニンは芳香族アミノ酸であるフェニルアラニンとチロシンの総要求量を満たせる。グルタミンが条件下では必須であると呼ばれる場合もある。

制限アミノ酸と呼ぶ場合、第一制限アミノ酸、第二制限アミノ酸などというように欠乏したときに家畜の成長、維持、妊娠、或いは、乳肉卵など生産に問題を起こすアミノ酸を飼料、或いは、飼料原料中の重要性に応じて羅列している。前述のように豚ではリジンが第一制限アミノ酸、家禽ではメチオニン（メチオニン+システイン）を第一制限アミノ酸と呼んでいる。トリプトファンは豚・家禽の場合、第二制限アミノ酸より後にくるが、その前提にはゴールデン・スタンダードである大豆ミールととうもろこしが主体になる配合飼料の場合を主に指している。

現在の通常の養鶏飼料ではメチオニンが第一制限アミノ酸であると特定されたと言っても間違いではない。角度を変えて行っている過去の試験でも、それぞれの試験の条件下ではメチオニンを特定している。同じく、現在の通常の養豚飼料ではリジンが第一制限アミノ酸であると特定されたと言っても間違いではない。養鶏飼料同様に角度を変えて行っている過去の試験でも、それぞれの試験の条件下ではリジンを特定している。特に、豚の場合、大型化していく過程で、赤身肉を多く産する豚に変貌してきているので、豚肉、つまり蛋白質を多く生産するためにもリジンが第一制限アミノ酸になる必然性はある。

飼料に使っている穀類の原料がとうもろこし以外の場合、或いは、大豆ミール以外の蛋白質原料が多く使われている場合、その配合飼料全体の制限アミノ酸は、トレオニンやその他のアミノ酸が第一、第二制限アミノ酸として加わり、入れ替わる可能性はある。

豚の場合、アイディアル・プロテイン（理想的な蛋白質）という考え方が配合設計中のアミノ酸のバランスなどを検討するときに応用されることが増えてきている。必須アミノ酸のリジンを100として、それ以外の必須アミノ酸をリジンに対しての比率として表わすものである。ここが合成アミノ酸などの開発が進められてきたスピルオーバー・エフェクトの一つである。

アイディアル・プロテインに似た考え方は、他の栄養素に対しても家畜全般の栄養バランスを考えるとときに使われることがある。例えば、代謝カロリー（1000 ME kcal/kg）に対しての他の栄養素の比率などがある。通常の配合設計では、こういった比較は行わないが、むしろ、製品の研究開発段階で栄養バランスをチェックするときなどに使われるし、スピルオーバー・エフェクトを多くの栄養素について考えるときの切っ掛けになった。

下記に、豚のアイディアル・プロテインを紹介する。米国NRC養豚の栄養要求（1998年版）に掲載されているので、この分野で仕事をしている人には珍しくない。これらの数値を基にイリノイ大学のベーカー教授（D. H. Baker, 1997）は豚の体重を3段階に分けたときの比率（肉豚前期、中期、後期にやや対応）としてバイオ・協和・技術ブレティン#9（英語版）にも載せておられるし、フィードスタフ誌の年鑑（Feedstuffs Reference Issue, 2003-2004）などに

も載せておられる。

維持、蛋白質の蓄積、乳合成、及び、体組織のためのリジンに対しての理想的なアミノ酸比率

アミノ酸	維持	蛋白質の蓄積	乳合成	体組織
リジン	100	100	100	100
アルギニン	-200	48	66	105
ヒスチジン	32	32	40	45
イソロイシン	75	54	55	50
ロイシン	70	102	115	109
メチオニン	28	27	26	27
メチオニン+シスチン	123	55	45	45
フェニルアラニン	50	60	55	60
フェニルアラニン+チロシン	121	93	112	103
トレオニン	151	60	58	58
トリプトファン	26	18	18	10
バリン	67	68	85	69

スピルオーバー・エフェクトというのは、ゴールデン・スタンダードの元である大豆ミールやとうもろこしの育種や生産方法にも影響を与えてきたし将来も与えるだろう。とうもろこしの蛋白質の最大の弱点はリジンという重要な必須アミノ酸が非常に低いことである。高リジンとうもろこしが作出されたことと合成リジンの生産が増えてきたことには関係がある。同じく、大豆や大豆ミールにもメチオニンという重要なアミノ酸が若干低いという弱点がある。高メチオニン大豆や大豆ミールを生産できるように育種の面で変えた品種が作出されたのも事実である。ただ、通常大豆（コモディティ大豆）として生産取引できるほど普及はしていない。

将来、大型の養鶏産業が高メチオニン大豆を搾油して作った高メチオニン大豆ミールをスペックとして入れて契約購入するケースが増えてくれば事情は変わる。例えば、搾油工場も通常大豆とは違うサイロや搾油ラインとシステムを使って高メチオニン大豆を対応処理できるようにシステムを改善する。そうすれば、分別保管、分別搾油、分別処理、分別流通という過程を養鶏農場や関連の養鶏飼料専用工場へと結ぶことができる。云うは易しとはこのことである。現場を熟知している関係者であれば、この難しさはよく判る。筆者はスピルオーバー・エフェクトが大豆にも波及することの難しさを悲観的に見ているのではない。

米国の大豆生産者も周辺で起きてきたスピルオーバー・エフェクトに対応するために飼料として、或いは、将来は人間用にも通用するゴールを設定し、大学や国立研究機関に基礎と応用研究のための資金提供をしている。それらのいくつかは、大豆ミール中のメチオニン+シスチンを現在の1.4%から2.1%へ増やす、フィチン態結合によるフィチン・リンを現在の0.4%から0.2%に減らす、炭水化物の質の改善により代謝エネルギーを（ME）をキロ当たり330kcal増やすとしている。この代謝エネルギーの上昇は、豚に対して約1.1倍、ブロイラー

に対して約1.13倍の上昇になる。

上記の目標が達成できれば、1トンの大豆ミールの使用で最大7キロのDL・メチオニン、また、9.5キロの1リンカル、そして4.2キロの添加油脂を飼料に使用しなくて済むという試算を試みた学者がいる。

高メチオニンであろうが、人間の健康に貢献する因子を持つ大豆であろうが、アグロバクテリウムによる遺伝子組み換え手法で生産される大豆が主流になるというか、為らざるを得ないと筆者はみている。それは多くの国々の強い要請により起きることは必死であろうし、多くの国々の植物学者や研究者が同じ手法で育種や生産を更に強化することになるのは必死である。

物事に変化が起きるのは、その変化がもたらす経済効果の影響による。米国では物事は変化するが、その度合いはアット・ホワット・プライス？という言い方が一般的にある。筆者は100円のもの200円になったらその生産が2倍になる、或いは、代わりのものが150円で増えてくるというほど単純ではないと思うが引き金にはなると思う。このような判断にはミクロとマクロ、及び、国際的な社会経済、文明、宗教、価値観やジオ・ポリティックスまで絡んでくる場合もあるほど複雑である。

(4) 時代の流れの中でのスピルオーバー・エフェクト

米国産大豆が中近東のエネルギー問題に起因し、米国国内の大豆在庫量が底を打ち需給が逼迫したとき、契約済みではない大豆買い付けについて短期間輸出規制を行った1973年が、南米でも大豆をつくるということを検討する方向に出る切っ掛けを作ったと筆者は考える。それに加え、南米の農家のみならず、米国から大豆を大量、且つ、安定的に購入していた日本を含め、他の国々の考え方のシフトもあったであろう。

特に日本人は大豆を伝統的に豆腐、納豆、味噌、醤油などの形で食していたので、飼料へのミールの使用量のほうが多かったことよりも日常の豆腐が逼迫して値段が上がることのほうが一般消費者に与えた心理的影響は大きかった。輸出規制が解除され米国政府が米国大豆生産者や協会の意向に反して行った輸出規制はよくなかったし二度と行わないほうがよい、と認めたあとも日本側は南米に大豆生産の可能性を調査に行ったことでも判る。

筆者は、米国の輸出規制に関して米国を完全に悪者扱いで報道していたことを残念に思う者でもある。事実、規制が出る可能性も察知していた日本国内では一次、二次問屋、或いは、一部の業者の間で相当量の食品大豆を確保して更なる値上がりを待っていた面もあった。短期の輸出規制解除により更なる値上がりの思惑は外れ倒産に追い込まれた業者もあったが、倒産に到った思惑の経緯なども含めてきちんと報道されなかった。

報道というものは如何なる国においても偏る傾向はある。内容は違うがその昔、日本車が米国の市場を押さえ、米国の自動車の工場が閉鎖に追い込まれ工場労働者が解雇され社会問題になったとき米国の国会議員がトヨタの新車を斧で叩き壊すデモンストレーションが大々的に報道された。日本バッシングと騒がれた事件である。日本の報道はそのデモンストレーション一辺倒を繰り返し見せた。然し、米国ではその後、ニューヨークタイムスを始め、多くのメディアに米国国民から苦情が殺到した。その内容は、米国の国会議員としての品格のなさや政治的行動の浅はかさを恥じる、というものであった。残念ながら、日本ではそのような苦情の手紙や編集局に対しての苦言進言は筆者が知る限り報道されなかった。

いずれにせよ、時代の流れの中で南米でも大豆が多く作られるようになったのは米国産大豆に起因するスピルオーバー・エフェクトであり、結果的には米国の大豆生産者にとっても切磋琢磨しなければならぬほどの競争相手ができる。輸入する消費者側にとっても選択肢が増えたのであるから、落ち費え判断すれば、これは双方に利することであった。

エコフレンドリー飼料という考え方は日本よりも関心が高まっている面がある。それは、ゴールドスタンダードの一つである大豆や大豆ミールの植物性蛋白質原料やカロリー給源としての役割の重要性を否定していないが、それを背景にしたエコフレンドリー飼料はスピルオーバー・エフェクトである。

エコフレンドリー飼料を今様の言葉で言えば「環境に優しい」となる。筆者は、安易に「何々に優しい」という表現を好まないで、あえて「環境を考慮した飼料云々」とした。マーケティングの観点からは、エコフレンドリーの方が親しみがあるだろう。現実には、米国の学者の論文などでも近年はエコフレンドリーという言葉が使われているケースがある。

パソコンを使う人に対しては、ユーザー・フレンドリー云々という表現が一般的に使われている。この場合の「フレンドリー」と「優しい」という二つの言葉はニュアンスが若干違う。言葉がどうあれ、米国の畜産経営者や飼料会社は環境全般のことを前向きに捉えて考えていかなくては、将来の畜産の維持発展は難しくなると感じている人たちや畜産学者が増えていることだけは確かである。

ただ、エコフレンドリー飼料は、畜産飼料業界がネーミングが良さそうだということでマーケティング手法として安易に製品化できるものではない。コンセプトは重要だが、実践の場ではまだ非常に難しい側面を持っている。然し、それでも将来に向かって進むためには、少しずつでも地道なスピルオーバー・エフェクトとして取り組みを始めなくてはならない課題である。

近年までは、米国でも畜産を経営するときは、家畜の飼料効率や投資に対しての収益性（ROI=return on investment）のみを中心に決断すればよいとされていた。然し、ROIのみで経営が出来るという時代は急速に過ぎ去りつつある。台頭してきているのは、本来であれば重要な資源である筈の糞尿が、臭いの問題や土壌と河川の汚染問題の根源として取り上げられていることと畜産生産規模や方法が変わってきたことである。また、消費者の食物に対しての多様化した考え方や要望の変化もある。

母校のアイオワ州立大学は、畜産学部、作物学部、経済学部、社会学部などを網羅し、ホグバーク先生やラスリー先生を含む6名の研究者グループが、畜産、環境、農村社会との関係について有意義な共同論文を著わしている。一言でコメントできることではないが、ポイントを挙げれば、畜産を存続させるためには環境と農村社会のことを考慮しなくてはならないということである。つまり、畜産を行うものと農村社会が相互に尊重しあいながら環境も絡めた倫理に基づいた接点を求め、流動的、且つ、総合的な価値観の中で畜産を構築していかないと難しくなるということである。

日本でも同じ問題が浮上してきていることは周知のことであるが、米国の場合は、畜産・飼料全般に渡る問題の捉え方が日本のそれらとは少し違くと筆者は考える。個人的には、日本の場合、米国同様に持続可能な畜産や農業をこれから如何に維持させるかという難しい時代に差し掛かると思っているが、それで全てを賄うことは米国同様に、或いは、米国以上に無理である。

前述のホグバーク先生たちは、米国では緻密な農業地帯であるアイオワ州の農家や農村に住んでいる人たちがよしとして受け入れられることは次のような点であるとしている。（1）バイオテクノロジーを農産物や農業生産に使う面を増やす、（2）ローカルでの畜産や穀類の扱い処理を増やす、（3）農村のインフラ、例えば、道路、学校、家屋などを整備する、（4）州として農産物の輸出を強化する、（5）農業生産をスペシャリティ・クロープ生産などを含め多角化する、（6）現存する産業の維持拡大に努める、（7）若者を州に留めるための税制上の考慮を図る、（8）大学も経済開発に力を入れるなどである。また、アイオワ州の調査で一般的に賛成できないとしていることは次のような点である。（1）周辺の州の人口増加に合わせて人口増加を図る、（2）カジノと競馬場設置を増やす、（3）ツーリズムの一環としてギャンブルが出来る機会を与えるなどである。更に、農家や農村地帯、近隣市街地の住人が好ましいと考えている活動には、ファーマーズ・マーケットや風車（風力発電など）を設置している農場などである。刑務所、ゴミの埋立地、屠場、汚水処理場などはそれなりに必要な施設としてあるレベルを受け入れる心積もりがあるようだが、大型の豚舎はそれらよりも低い評価になっている点は注目に値する。日本の村落の一部で風力発電の騒音と振動の酷さが取り上げられているが、これなどは、安易に儲け主義に走り、開発や普及と説明に十分な年月をかけていなかったことが大きな要因であると筆者は考える。

米国の大豆生産方法には農薬の使用量が大幅に減る環境を考慮した遺伝子組み換え品種が開発されてきたが、その内容は更に消費者も強く求める健康と栄養を考慮した品種を開発する方向へ進んでいる。それらは、スタッキング、或いは、アドオン方式と云って、消費者、そして生産者が求めるような因子を品種の中に次世代、或いは、数世代後の品種に積み上げていくことである。これらは、時代の流れの中で必然的に起きてきたスピルオーバー・エフェクトである。

米国産の遺伝子組み換え大豆品種は普及度が高く作付け面積の92%以上になっている。やはり米国は自由市場であるが故に国内外の需要が相応にあれば、遺伝子組み換えではない従来の伝統的な育種による品種を作付けする農業経営者もいる。したがって、将来とも5%~8%程度の作付け面積は従来型として残ると多くの専門家は指摘しているし、筆者も同感である。

前述のことも含め、大豆品種の品質に絡めた成績を公的なイリノイ大学作物学部が他の学部とも連携を組んでつくりあげたプログラムに関心が高まってきている。農家が育種会社から薦められた品種で関心の高いものがあれば、それらも委員会で検討し、大学の予算で種子を買い付ける。種子は州内の13箇所に分かれて点在する大学の試験農場を使い、北から南までの種子の生育度(日照時間)などに合わせ5地帯試験ロットに作付けして、結果をインプットして比較データを公開している。種子会社も自社のブランドやバラエティ大豆を提供できるが、全てのデータ公開が原則である。生育生産成績、組成分、病虫害耐性などの結果がデータとして含まれる。これは生産者が市場に合わせてどのような品種を作付けするかという判断をするのに非常に有用である。また、搾油やその他の大豆を扱う業者にとっても買い付けや契約栽培の判断材料として有用である。

VIPSと呼ばれるこのプロジェクト(www.nsrl.uiuc.edu)は膨大な労働時間、分析時間、及び、費用を必要とするが、日本を含めた海外諸国の声も取り入れて始められ、プロジェクトの開始と継続にはイリノイ大豆協会とユナイテッド・ソイビーン・ボード(USB)が協力している。2006年の試験では、生産者が加えて欲しいと進言した290種近くのバラエティ大豆が入っている。また、従来の大豆品種でプライベートなものが53種、育種会社65社から寄せられたラウンドアップ・レディ大豆が620種、及び、公共の機関からの従来の大豆品種が14種入っている。いずれはイリノイ州だけではなく他の州の大学もコラボレーションを行い、データを全米的なものに変えていけば素晴らしいものになると筆者は信じる。母校のアイオワ州立大学のハーバーク教授が永年に渡り行ってきた全米からの大豆の膨大な品質分析の公表が叩き台になったと思われるが、このプロジェクトに関しては州内の生産者の声を具体的に取り上げて実践するという点でイリノイ大学のほうに軍配があがるだろう。筆者はコラボレーションと継続を望むものである。それは、各州内、東西南北の地域内、そして全米の傾向とデータから作付けする場合も購入する場合も双方の判断材料が増える。加えて、このプロジェクトの基本的な考え方

はミネソタ大学が、民間の豚でも関心のある生産者や会社が参加して比較成績を公的データとして公開用に作成したピッグ・チャンプに似ていると感じている。VIPもスピルオーバー・エフェクトの一つである。

無農薬や有機（オーガニック）農業生産方法とその食品への関心が高まってきた切っ掛けは大豆など油糧種子や穀類の遺伝子組み換え作物の生産増がある。筆者は、それ以前に高泌乳牛が本来持っている乳汁生成ホルモンと同等効果を持つソマトトロピンが開発され、それを筋注で打つことにより泌乳量の更なる増加が起きたことへの関心と普及がオーガニック酪農への関心が高まった切っ掛けであると考える。

米国のオーガニック農場は1万戸ほど存在するが、畜産や酪農は極僅かで大半は野菜生産農場である。オーガニック農場が米国の総農業用地に占める割合は高く見積もっても2%前後である。また、酪農などの場合、生乳・乳製品販売価格の面でオーガニック製品を都市の消費者につなぐディーラーや元締めとの折り合いが非常に難しい側面を持っている。したがって、現実には農場の参入や転出が大変に多い流動的な生産手段である。また、消費者も如何なる価格においても食品や農産物を購入するとき、或いは、予約購入をするとき、絶対的にオーガニックを支持する固定層は皆無に近いという面がある。大半は、メディア意見広告、ブログ、インターネットなどで影響を受けている。日本と違い共同購入の仕組みは、本質的に個人主義が強い米国では難しい。日本でも似たようなことは起きてくる兆候は見られる。

ユダヤ教を信じる人たちは牛肉もコーシャー法とも呼ばれる特殊な屠殺方法をとった肉牛の肉でなければ食べない。特殊な方法とは、殺す牛の側にラビ僧が立って祈りを捧げ、半月型の長めのナイフで首の頸動脈を切り放血するものであるが、現在の大型でかなり自動化された屠殺場でそのような屠殺の仕方をするのはかなり難しい。それはオーガニックとは違うが、本来のコーシャー・ビーフであれば販売量は多くないので価格も割高である。

米国のオーガニック農場は、1940年ごろから欧州で関心が高まっていたオーガニック農場を米国のローデイル氏がペンシルバニア州に農場開設したのが始まりである。その農場は後に土壌と健康を研究するためのローデイル研究所に変わった。米国農務省が興味を持った維持可能な農業もローデイル氏の揺籃期の活動から起きている。

1980年代には、揺籃期を経たローデイル氏の活動や思想が受け継がれ、いくつかの州や民間の段階でオーガニック農場の認定制度などができた。然し、食品を含め多くの訴訟問題が起き、1990年に連邦議会で全米オーガニック食品生産法が連邦政府としての法律として制定され、法的義務や責任を個人や団体に負わせた。2002年10月以後は、全ての生産者、取り扱い業者、処理業者や認定団体で年間総収入（総売上げ）が5千ドル（約5万円）以上の仕事を

しているところは、全て連邦政府に従わなくてはならなくなった。

非常に重要なポイントは、米国農務省の段階では品質スタンダードの違いをオーガニックと通常の農産物と一切の違いを設けていないということである。例えば、オーガニック牛乳と従来の牛乳に何らの違いを設けていない点である。この辺りがハード・サイエンスと感情論を混ぜない米国の良さであると指摘する専門技術者や学者は欧州にも多い。これを更に複雑にする要因は政治的な面を持ち込んで三つ巴になったときと消費者が詳細を知らないことによる恐怖感に感情論が加わったときである。筆者はこの辺りが日本の一部のメディアや消費者の間で不必要なまでに過敏になっている部分があると感じている。

ともあれ、オーガニック農業や農産物は流動的であっても将来、相応の市場を占めることになるのは必死である。やはり、大豆などに起きてきている変化につれ派生したスピルオーバー・エフェクトである。大豆の生産者にも市場の変化に対応し生産方法を変えたものもいるが、油糧種子の搾油工場の立地条件と買い付け条件などによりオーガニック大豆か遺伝子組み換え大豆かを決める傾向が強い。つまりロジスティックスとアグロノミックスの問題である。

(5) 近年のスピルオーバー・エフェクト

過去15年を近年と呼ばせてもらおうと飼料へのスピルオーバー・エフェクトの波及効果というのは大豆を含む遺伝子組み換え技術とそのコマーシャル用種子の速やかな普及が発端であるといっても過言ではない。冒頭でも触れたように当初は農家の農作業に絡む利便性が大きな理由であった。つまり除草剤の散布を含めた除草作業を何回も行わないで済むある除草剤に耐性を持つ大豆をつくったということであった。これは、作業効率が改善されるのみならずトラクターの燃料や農薬の使用量が減るので環境の面からも普及が進んだ。農家の段階では、確かに素晴らしい大豆ができてユーザーである搾油会社も強く歓迎するので非常に速く普及が進んだ。安全面のデータなどは米国農務省の農作業や農作物の安全性を担当する管轄局が膨大なデータ提出を開発会社に要求した後、農芸化学や土壌残留などの専門家集団により何年にもかけて審査した。

次世代、つまり二世、三世と進む遺伝子組み換え種子になると元の農家の生産性と作業性に関する利便性を残したまま、その上にユーザー側が求めるような遺伝子を積み重ねて組み込むようになる。これは今後も続けられることであるが、俗にスタッキングと呼ばれる。

米国のみならず欧州や日本を含むアジアでもユーザー側の関心は非常に強く、ユーザーが欲しいと考える遺伝子、例えば、ユーザーの健康により良い遺伝子を組み込むことへの要請は絶えず出ている。要請が出たからといって直ぐに新しい品種が作出されるわけではないが、マーケットの規模や将来性を多角度から判断してそのような遺伝子組み換え品種をつくる会社、或いは、州立大学のような公的研究機関から市販されるようになる。これらもその都度、農務省の厳しい

審査を通過し、輸出に関しては食品大豆などの場合は買入れ国の政府と業界が合同で作成している許可リストに合致しなくてはならない。

このようなことから生産者とユーザー双方が望む遺伝子スタッキングは今後益々進むとみてよいだろう。中国は経済発展とともに食料を多量に必要とする国に転じたので、遺伝子組み換え技術の研究規模は世界の中でもトップクラスになっているとみる専門家は多い。日本も中国とは異なるが、遺伝子組み換え技術への関心と実践は非常に高く、量を多く生産するよりも健康などを改善する品質のよさ、美味しさ、安全性に関心が高まっている。

最終的には、如何なる先進国や開発途上国においてもそれなりに安全な食料をそれなりの競争に耐えた価格で消費者に提供できることが重要である。言い換えれば、輸入物であれ国内産であれ消費者は法律を遵守するなかで選択性の自由と選択肢の幅を持つことが好ましい。筆者は、食料であれ何であれ世の中に絶対100%安全であるというものは存在しないということを強く知るべきであると思う。絶対に起きることは、人間の死だけであるといっても過言ではない。安全性は物事に対しての確率をどのレベルで捉えるかの問題である。安心は、個人によって異なる主観的感覚の問題であるので筆者は安全安心を一つのフレーズとしては使わない。

米国以外に遺伝子組み換え技術が進んでいる国などは前述の通りであるが、遺伝子組み換え大豆の生産がブラジルやアルゼンチンなど南米でも大きく進んだのはスピルオーバー・エフェクトの一つである。簡単な経緯は本文中でも書いたが、詳細や統計は一般的に知られていることであり割愛する。ただ、あえて加えれば、米国やカナダのほうが分別生産、分別保管、分別流通、分別処理などが南米よりも今のところ徹底していると個人的には感じている。恐らく、多くの業界関係者も現場の状況を知っていれば、前述の個人的感触に異論はないと思う。

遺伝子組み換え技術を導入した傑作の一つは菜種（カノーラ）であろう。この技術を導入しなければWHOでも問題にしていたエルカ酸の毒性問題などは解決しなかったであろう。米国南部で生産する綿実も飼料の世界では綿実粕で知られるが、現在のように遺伝子組み換え技術を使わなければ綿の回収などに多くの難しさが残ったであろう。乳牛用の粗飼料、或いは、乾草として世界中の酪農家が高く評価するアルファルファ（ルーサン）は遺伝子組み換え技術を導入することが認められた。コーンサイレージ用のとうもろこしも同様である。似たようなことは、開発途上国においても米や野菜作物に導入されてきている。これらは、あたかも米国主導・先導として捉える向きがあるが、実際はそれぞれの国の社会事情や食料事情などの要求によっておきてくる部分があり、単に米国やフランスなどから派生した多国籍企業の育種会社や研究所に洗脳され、牽引されたというものではない。

スピルオーバー・エフェクトの中にイネ科とマメ科植物に接点を求め融合させる発想や動き

があるが、現実にはまだ難しい。簡単に言えば、大豆のようなマメ科植物が持つ空気中の窒素を根についている根粒菌により固定する能力をとうもろこしや米などのイネ科植物に組み込むことである。そうすれば、穀類を生産するのに窒素肥料が少なくて済むということであるが、実際は、もし可能であるとしても40年から50年以上先の話しになるであろう。そのような遠大な計画にはやはりROIを多角度から検討せねばならない。加えて、市場の流動性もあり、また、対象植物である大豆などが改良し続けている品質や生産性の可能性を考えると難しいであろう。

ユーザーが欲する因子を組み込みコマーシャル化するのには一つの因子をスタッキングするだけであっても10年以上かかるとみてよい。米国のNPOの研究所が、ペチュニアという花に微量に含まれる油分が燃料用ディーゼル油に適しているということで大豆に組み込み、大豆油分の大量生産を考えているが、もし実現できたとしても50年ほどかかると研究担当者は考えている。予算が続けて得られるのであれば、その研究者とグループの生涯にわたる研究になることは間違いない。エタノール生産もとうもろこしの穀類よりも植物の葉や茎などを原料にするセルロシク・エタノール生産の方向へと開発が進むのであろうが、ディーゼル油も違う原料や残渣物が使われるようになるかもしれない。

スピルオーバー・エフェクトのキーワード

ゴールデン・スタンダードとしてのとうもろこし・大豆ミール主体の飼料はほぼ45年続いてきている。今後も基本設計にこの組み合わせが使われる可能性は続くと見ているし、特に、大豆ミールの蛋白質原料としての必要性は生産する乳肉卵の蛋白質要求が高まる中で可能性が増大すると判断している。

同時に、過去50年近くにおきてきた大豆を取り巻く種々の変化は、良い意味でスピルオーバーエフェクトをもたらした。今後もその傾向は続くであろう。それは米国の大豆生産者にとっては厳しい面に立ち向かわなくてはならない面もあった。その厳しさは傾向として今後も続くであろう。切磋琢磨して立ち向かうことが最終的には米国の大豆生産者にとっても、国内外の飼料を含む全てのユーザーにとっても良いことであることは強調してもしきれない。特に国内外の全てのユーザーにとっては選択肢が増えるという消費者としての重要なメリットがある。

筆者の独断でスピルオーバーエフェクトのキーワードのみを拾い出すと次のようなことであろう。

1. 合成アミノ酸の添加増、特にメチオニン、リジン、トリプトファン、トレオニン
2. 南米での遺伝子組み換え大豆や穀類の生産増
3. 米国でのノンGMOの分別生産、分別保管、分別流通、分別処理の徹底
4. 米国での品質に対するプレミアム台頭と南米の差別化が困難な黎明期のインフラ

5. フィテン・リンの軽減、家禽や単胃動物用
6. フィターゼなど酵素類、カビ、菌類などの使用増
7. エコフレンドリー飼料、環境の考慮と維持生産能力増
8. 必須微量ミネラルの種類増
9. スタキオースとラフィノースの軽減、家禽や単胃動物用
10. 低リノレン酸大豆や高オレイン酸大豆とトランス型脂肪酸への対応強化
11. オーガニック、無農薬、ノンGMO作物や食品への国内外での関心増
12. バイオ・エタノールで派生するコーン・ジスチラーズ・ドライド・グレイン増など
13. アイオワ州立大学ハーバーク教授の永年にわたる米国産大豆品質分析の大いなる功績
14. 地道で膨大な公開データ作成を行うイリノイ大学の大豆VIPSPROJECTへの期待
15. きめ細かい改善努力が続く米国産大豆の生産と流通システム

おわりに

筆者は、日本の酪農・畜産・飼料産業が、今後もやり方如何によっては維持発展できる力を持った産業であると信じている。但し、容易なことではないので追い風に陶醉は禁物である。

米国の大豆生産者は大豆の主要供給国の生産者として、輸出に対する自覚と自負が高いことを機会あるたびに指摘してきた。それは筆者の母校（アイオワ州立大学）の同輩や後輩で大豆生産農業を営んでいる人たちの話や真摯な態度からも伺える。自家消費のため、また、国内外ユーザーの望む品質の良い大豆を生産しようという心意気が驚くほど強い。その生産者の姿勢を支えるのは大学や研究機関のみならず、総合的に整備され、絶えず改善すべき努力が払われている関連産業を含む全般的なインフラと生産者の自助努力を支える連邦と州議会である。このような動きや反応に半世紀近く接しながら側面からも見てきた筆者は、米国が将来ともスピルオーバー・エフェクトの影響を受けつつも、生産者が切磋琢磨し、世界の中での大豆と大豆関連製品の供給国として、また、大豆の新しい使い方を普及教育し伝えていく誠に重要な役割を果たしていくものと確信している。本パンフレットは異なる観点から捉えた内容であるが、既刊のパンフレット同様に若干なりとも日本の酪農・畜産・家禽・養魚・飼料・大豆関連産業の将来に向かっての示唆の一つに加えて貰えれば筆者として望外の喜びである。

主な参考文献・資料

本パンフレットは咀嚼した情報や現地での観察なども参考にしながら端的に判りやすく書いたものである。加えて米国の学術論文や州立大学などの刊行物は本年発表のものや過去のASAパンフレットからも部分的に参考にした。更に個人的交流から得ている知見や感触も含めた。

本パンフレットは学術論文ではない。したがって興味ある参考文献は、結論、また、結論にいたる導入部やディスカッションを熟読し、私なりの解釈により解説した。読んだ論文や文献の一部を英文タイトルのまま下記に示した。また、前述の理由により本稿の文章中には論文注釈番号を付記していないが、関係者に役立つと思われる参考文献・資料を抜いて下記に示した(瀬良、2007)。

1. Hutjens, M., Alltech-Dairy Japan seminar presentations and personal discussions. August, 2007
2. Ataku, K., Hutjens, M., Sera, K. H., Dairy Japan interviews and discussions. August, 2007
3. Official Publication 2007. American Feed Control Officials Incorporated (AFCO).
4. Hill, G.M., Baido, S.K., Cromwell, G.L., Mahan, D.C., Nelssen, J.L., and Stein, H.H. Evaluation of sex and lysine during the nursery period. 2007. NCCC-42 Committee on Swine Nutrition. J. Anim. Sci. 85:1453-1458.
5. Soybean Quality Traits Analytical Standards Program, Lopez, A., AOCS Inform April 2007.
6. Cabrita, A.R.J., Bessa, R.J.B., Alves, S.P., Dewhurst, R.J., and Fonseca, A.J.M., Effects of Dietary Protein and Starch on Intake, Milk Production, and Milk Fatty Acid Profiles of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets. 2007. J. Dairy Sci. 90:1429-1439.
7. Htoo, J.K., Sauer, W.C., Zhang, Y., Cervantes, M., Liao, S.F., Araiza, B.A., Morales, A., and Torrentera, N., The effect of feeding low-phytate barley-soybean meal diets differing in protein content to growing pigs on the excretion of phosphorous and nitrogen. 2007. J. Anim. Sci. 85:700-705.
8. Dairy Leaders of Tomorrow, 2007 College Directory, Holstein World
9. New Feed Additives For Ruminants – A European Perspective., Newbold, C.J., Duval, S.M. McEwan, N.R., Yanez-Ruiz, D.R., and Hart, K.J., Pacific NW Animal Nutrition Conference 2006. p. 77-86
10. Bruce, K.J., Karr-Lilienthal, L.K., Zinn, K.E., Pope, L.L., Mahan, D.C., Fastinger, N.D., Watts, M., Utterback, P.L., Parsons, C.M., Castaneda, E.O., Ellis, M., and Fahey Jr., G.C. 2006. Evaluation of the inclusion of soybean oil and soybean processing by-products to soybean meal on nutrient composition and digestibility in swine and poultry. J. Anim. Sci.

84:1403-1414.

11. Feed; Substitution Table for Sheep and Goats, Feeds and Nutrition, Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., and Heinemann, W.W. 1990.
12. Powell, J.M., Jackson-Smith, D.B., McCrory, D.F., Saam, H., and Mariola, M. 2006. Validation of feed and manure data collected on Wisconsin dairy farms. *J.Dairy Sci.* 89:2268-2278.
13. Hutjens, M., Alltech dairy seminar presentations and field trip by Hutjens. Personal discussions. Tokyo and Sarufutsu, Hokkaido, Japan. August, 2006.
14. Hogberg, M.G., S.L. Fales, F.L. Kirschenmann, M.S. Honeyman, J.A. Miranowski, and P. Lasley. 2005. Interrelationships of animal agriculture, the environment, and rural communities. *J.Anim.Sci.* 83(E. Suppl.): E13-E17
15. Kerr, B.J., L.L. Southern, T.D. Bidner, K.G. Friesen, and R.A. Easter. 2003. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *J.Anim.Sci.* 81:3075-3087
16. Kerr, B.J., and R.A. Easter. 1995. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs, *J.Anim.Sci.* 73:3000-3008.
17. Kerr, B.J., F.K. McKeith, and R.A. Easter. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. *J.Anim.Sci.* 73:433-440.
18. Zarate, A.J., E.T. Moran, Jr., and D.J. Burnham. 2003. Exceeding essential amino acid requirements and improving their balance as a means to minimize heat stress in broilers. *J.Appl.Poult.Res.* 12:37-44.
19. Bregendahl, K., J.L. Sell, and D.R. Zimmerman. 2002. Effect of Low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poultry Science* 81:1156-1167.
20. DeCamp, S.A., B. Hill, S.L. Hankins, C.T. Herr, B.T. Richert, A.L. Sutton, D.T. Kelly, M.L. Cobb, D.W. Bundy, and W.J. Powers. 2001. Effects of soybean hulls on pig performance, manure composition, and quality. Purdue University and Iowa State University: Purdue Swine Science Day 2001: 84-89.
21. Cerosaletti, P.E., D.G. Fox, and L.E. Chase. 2004. Phosphorus reduction through precision feeding of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87:2314-2323.
22. Dou, Z., J.D. Ferguson, J. Fiorini, J.D. Toth, S.M. Alexander, L.E. Chase, C.M. Ryan, K.F. Knowlton, R.A. Kohn, A.B. Peterson, J.T. Sims, and Z. Wu. 2003. Phosphorus feeding levels and critical control points on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 86:3787-3795.
23. Gabler, M.T., and A.J. Heinrichs. 2003. Effects of increasing dietary protein on nutrient

- utilization in heifers. *J. Dairy Sci.* 86:2170-2177.
24. Gabler, M.T., and A.J. Heinrichs. 2003. Increasing dietary protein to metabolizable energy rations on feed efficiency, structural growth, and body composition score of prepubertal Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 86:268-274.
 25. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Seventh Revised Edition, 2001. National Research Council. Academy of Science.
 26. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Sixth Revised Edition, Update 1989. National Research Council. Academy of Science.
 27. Nutrient Requirements of Swine, Tenth Revised Edition, 1998. National Research Council. Academy of Science.
 28. Yamka, R.M., B.M. Hetzler, and D.L. Harmon. 2005. Evaluation of low-oligosaccharide, low-phytate whole soybeans and soybean meal in canine food. *J. Anim. Sci.* 83:393-399.
 29. Palacios, M.F., R.A. Easter, K.T. Soltwedel, C.M. Parsons, M.W. Douglas, T. Hymowitz, and J.E. Pettigrew. 2004. Effect of soybean variety and processing on growth performance of young chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 82:1108-1114.
 30. Kim, S.W., D.A. Knabe, K.J. Hong, and R.A. Easter. 2003. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. *J. Anim. Sci.* 81:2496-2504.
 31. Snow, J.L., D.H. Baker, and C.M. Parsons. 2004. Phytase, citric acid 1 alpha-hydroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Science* 83:1187-1192.
 32. Veum, T.L., D.R. Ledoux, V. Raboy, and D.L. Ertl. 2001. Low-phytic acid corn improves nutrient utilization for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 79:2873-2880.
 33. Araba, M., and N.M. Dale. 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. *Poultry Science* 69:1749-1752.
 34. Araba, M., and N.M. Dale. 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poultry Science* 69: 76-83.
 35. Heuisuck, Lee and J.D. Garlich. 1992. Effect of overcooked soybean meal on chicken performance and amino acid availability. *Poultry Science* 71:499-508.
 36. Edible fats and oils processing – World Conference Proceedings, Erickson, D.R. 1990. American Oil Chemists’ Society (AOCS).
 37. Waldroup, P.W., and B.E. Ramsey, H.M. Hellwig and N.K. Smith. 1985. Optimum processing for soybean meal used in broiler diets. *Poultry Science* 56:380-382.
 38. Kohlmeier, R.H. 1998 through 2000. Personal communications. Various papers and publications by the author. (Animal Nutritionist, Ph.D., D.V.M., International Consultant).
 39. Swick, Robert A., 1999 through 2003. Personal communications. Various papers and

publications by the author. (Animal Nutritionist, Ph.D. / American Soybean Association – Singapore).

40. Sera, Karl Hidesuke. 1995 through 2007. Observations and opinions obtained during annual personal visits to the United States and follow-up personal communications. (Columnist: American Soybean Association – Japan. Retiree).

ASAパンフレット配布済み全7編タイトル

昨年までに配布したパンフレット（7編）のタイトルを参考までに下記に示します。パンフレットに掲載した図表など全てがアメリカ大豆協会のホームページに載っているわけではありません。パンフレット自体に興味のある方は、残部が非常に少ないと思いますが協会に要請なさることをお勧めします。パンフレットをコピーして事務局から送付可能であると思います。

- (1) 養鶏、養豚、水産飼料用蛋白質給源として最も優れ、且つ、経済的で効率的な
米国産脱皮大豆ミール（デハル・大豆ミール）
（本編：Dr. Bob Swick、翻訳：瀬良、追記著：瀬良）（2000年秋・配布）
- (2) 乳牛、肉牛、家畜用飼料原料としてのソイハル（大豆の皮・ハル）の紹介と
若干の考察（他2編）
（他1）最近の米国における大豆ミールの使用状況と大豆ミール・
熱処理大豆のチェックなどについて
（他2）日本の飼料産業の今後についての考察：米国の飼料産業から
受ける示唆
（本編、並びに、他2編著：瀬良）（2001年秋・配布）
- (3) デハル（脱皮）大豆ミールや大豆副産物など他の蛋白質原料との
数値比較と若干の考察
（副題：大豆ミールを使った畜種別配合設計例と考察を含む）
（著：瀬良）（2002年秋・配布）
- (4) 酪農に残された最後の聖域：
子牛育成の重要性と大豆ミールの役割
（著：瀬良）（2003年秋・配布）
- (5) 大豆ミールは今後とも日本の重要な蛋白質飼料原料
（副題：アミノ酸組成・消化率、原料使用の背景などの考察と独白）
（著：瀬良）（2004年秋・配布）
- (6) 環境を考慮した飼料開発時代を迎える畜産と周辺事情
（副題：大豆や大豆ミール利用の役割や留意点と独白を含む）
（著：瀬良）（2005年秋・配布）
- (7)（アメリカ大豆協会日本事務所開設50周年を記念して）
大豆ミール（粕）などの各種飼料への利用
（副題：飼料・原料セールスの観点から要点を考える）
（著：瀬良）（2006年秋・配布）

尚、本パンフレット以外にアメリカ大豆協会・日本支部のホームページ

(www.asaimjapan.org) にも160編以上の畜産・飼料トピックス（拙稿）が6年以上にわたり毎月掲載されています。それらのタイトルは参考までに本パンフレットの終わりに掲載しました。

専門業界誌やジャーナル誌などにも、時折、技術論や評論を掲載していますのでお気付きの方もおられると思いますが、基本的にそれらは当協会ホームページに全文掲載をしていません。また、私個人のホームページやブログは、今のところ本編終わりの「後記：個人的ノート」でも書いた理由などにより作成していません。悪しからず御了承ください（瀬良、2007）。

アメリカ大豆協会ホームページ技術情報・筆者連載タイトル集

2001年4月より2007年8月まで166編

(www.asaimjapan.org)

瀬良英介の一般業界向け飼料・畜産トピックス

2001年

- 4月 (1) NRC乳牛2001改定版は大豆に有利
- 4月 (2) 米国の畜産と食品化学を網羅した学会は7月22日～28日
- 4月 (3) 米国の飼料販売はディーラーと直販がほぼ半々
- 4月 (4) バークシャー豚の美味しさはレプチン？
- 5月 (5) 米国畜産学会の3年先までの予定期日と開催場所
- 5月 (6) 米国の牛乳中の体細胞数は更に段階的に減少させる方向
- 5月 (7) US産肉畜の対日輸出量の増加と日本の飼料畜産業の強さ
- 5月 (8) エクストルード・エクスペラー処理大豆ミールへの興味が出てきている
- 6月 (9) カナダでの大動物獣医コンフェランス
- 6月 (10) BSEの対応と検査
- 6月 (11) 大豆ハルの面白い性質
- 6月 (12) 米国で生乳中のSCCを予定期限通りに下げる難しさ
- 7月 (13) 米国の畜産、家禽、酪農、肉科学合同学会
- 7月 (14) フォーチュン・グローバル500
- 7月 (15) 最近、米国の酪農関係技術者や獣医の間で興味が出ている2点
- 7月 (16) 大豆イソフラボンの肥育豚への効果
- 8月 (17) 大豆イソフラボンのブロイラーへの効果
- 8月 (18) 養豚に畜肉を含む残渣物の給与を禁止
- 8月 (19) 生まれも育ちも米国のビーフ
- 9月 (20) サンディエゴで大豆が慢性疾患の治療と予防に果たす役割と
題するシンポジウムの予告
- 9月 (21) 瀬良英介氏著によるソイハル（大豆の皮）紹介に関しての
パンフレットを発刊
- 9月 (22) 米国大豆組成分のいくつかの改良ゴール
- 9月 (23) とうもろこし・大豆ミール主体の肥育豚飼料でのリジン添加の限界
- 9月 (24) 北米で初めて開催されるロボット・ミルク・コンフェランスの予告
- 10月 (25) 魚油やエクストルード大豆を産乳牛に与えた時の牛乳への影響
- 10月 (26) 米国の酪農は2002年に向かって強い
- 11月 (27) 2001年産米国大豆品質報告コンフェランスの幾つかの要点

- 1 1 月 (2 8) 米国大豆関係の幾つかのサイト
- 1 2 月 (2 9) B S E と養豚豚用飼料副原料についての個人的感想
- 1 2 月 (3 0) 将来はメチオニン含量の高い大豆ミールが生産可能になるだろう

2 0 0 2 年

- 1 月 (3 1) 大豆ミール使用のブロイラー飼料にも酵素を使うようになるか
- 1 月 (3 2) 酪農と乳房炎菌や食中毒を起す大腸菌 O 1 5 7
- 2 月 (3 3) ブロイラーに対して大豆ミール (粕) は綿実粕に優る
- 2 月 (3 4) 乳生産のための山羊や羊は、将来、日本でも
関心が高まるかもしれない
- 3 月 (3 5) 大豆イソフラボンはウィルス感染した子豚の増体に若干貢献する
- 3 月 (3 6) 大豆ミールは、将来、魚の養殖にも相当量使われるようになる
- 4 月 (3 7) 6 0 年前と現在の大豆ミールの違い
- 4 月 (3 8) 乳房の健康を考慮した微量ミネラルやビタミンの推奨量
- 5 月 (3 9) ヴァナディウム過剰が起す問題
- 5 月 (4 0) 乳牛と違い肥育牛に大豆油を給与しても C L A 9、1 1 型は上がらない
- 6 月 (4 1) C L A は形によって乳脂肪を 2 5 ~ 3 0 % 下げる
- 6 月 (4 2) 大豆ミールを養鶏飼料向けに改善する目標
- 7 月 (4 3) 加熱全脂大豆の給与と牛乳の自然発生的な酸化臭
- 7 月 (4 4) エクストルード大豆のみを多量に使った超高蛋白質飼料を
肥育豚屠殺前に与えても肉質の改善には役立たない
- 8 月 (4 5) 合成アミノ酸を使った低蛋白質飼料がブロイラーの体組成分や
成績に与える影響
- 8 月 (4 6) 米国のバルク・タンク (原乳) での体細胞数 (B T S C C) は
若干上がっている
- 9 月 (4 7) 乳牛に与える加熱大豆や大豆ミールは処理方法で
結果に違いが出るか？
- 9 月 (4 8) 加熱全脂大豆を肉豚や乳牛に与える量と雑草種子などへの留意点
- 1 0 月 (4 9) 大豆ミールと合成アミノ酸の置換目安と周辺事情
- 1 0 月 (5 0) 限られた労力管理で利益を最大にする乳牛の分娩間隔とその背景
- 1 1 月 (5 1) エクストルード大豆の加熱温度は 1 6 0 ° C、
その後 3 0 分の蒸らしが適切
- 1 1 月 (5 2) 大豆ミールにとうもろこしかマイロ主体の肉豚飼料への
リジン添加は 0 . 1 5 %
- 1 2 月 (5 3) 大豆のオリゴ糖は豚に対して悪影響がない
- 1 2 月 (5 4) 肉牛へのエクストルード大豆給与は乳牛の場合より
C L A が少ない

2003年

- 1月 (55) アフラトキシンについての幾つかのコメント
- 1月 (56) ソイ・ハル(大豆の皮)は肉豚のアミノ酸消化率を
思ったよりも下げない
- 2月 (57) ソイハル(大豆の皮)はコーン・サイレージと
かなり置き換えられる
- 2月 (58) 環境改善の観点からも面白い養豚へのソイハル給与
- 3月 (59) 大豆ミール中のレクチン含量とウレアーゼ活性の関係
- 3月 (60) 瀬良英介の飼料畜産トピックス、2年分のタイトルと番号一覧
2001年4月~2003年3月まで
- 4月 (61) 大豆ミールの処理方法が乳牛の泌乳量などに与える影響
- 4月 (62) 2003年の米国人の畜産物消費量予測や
酪農と大豆食品に対する個人的見解など
- 5月 (63) 大豆ミール主体養豚飼料を低蛋白質とアミノ酸添加に
した時の成長形質
- 5月 (64) 米国での採卵鶏の75%以上が強制換羽の対象
- 6月 (65) 夏場のブロイラー飼料への110%レベルでのアミノ酸添加
- 6月 (66) 育成牛の飼料中蛋白質は高ければ高いほど良いというものではない
- 7月 (67) 採卵鶏への大豆ミールとピーナッツ粕給与の比較と留意点
- 7月 (68) 子牛は母牛に付けずに生後直ぐにボトルで初乳を飲ますのがよい
- 8月 (69) 搾乳牛飼料へのソイハル使用は30%混入がほぼ上限
- 8月 (70) 将来、米国人の食料消費構造も大きく変わる
- 9月 (71) 子牛育成の重要性と大豆ミールの役割に関するパンフレット
- 9月 (72) 大豆ミール主体の子豚飼料に使われる炭水化物消化酵素
- 10月 (73) カンサス州立大学の最新子豚用配合飼料設計例(その1)
- 10月 (74) カンサス州立大学の最新子豚用配合飼料設計例(その2)
- 11月 (75) 米国東部での産乳牛へのリンの給与レベルは34%過剰
- 11月 (76) 低蛋白質+アミノ酸添加の肉豚飼料は夏場に増体成績が下がる
- 12月 (77) とうもろこし・大豆ミール主体産卵鶏用飼料への有機、或いは、
無機マンガン、銅、亜鉛添加は産卵後期の
卵殻品質改善に効果あり
- 12月 (78) 乳牛の適切な乾乳期間に起きている変化

2004年

- 1月 (79) BSE、大豆ミール、合成アミノ酸周辺についての独白
- 1月 (80) 子豚飼料中の大豆ミール粒度が成長に及ぼす影響
- 2月 (81) ブロイラー飼料への大豆ミール粒度の効果

- 2月 (82) 乳牛のロボット・ミルカーへの反応には個体差あり
- 3月 (83) 大豆の形質(種類)と処理が雛や子豚の成長に与える影響
- 3月 (84) 水産飼料への大豆ミール利用に関する論文案内と筆者の独白
- 4月 (85) 強制換羽を飼料給与停止無しで行うプログラムの評価
- 4月 (86) 米国国内で今年使う大豆ミールの量は3115万トン
- 5月 (87) 馬の飼料原料としてソイハル(大豆の皮)は非常に良好
- 5月 (88) 家鴨による飼料用乾燥粉末卵、プラズマ蛋白質、大豆ミールの
エネルギーとアミノ酸利用などについて
- 6月 (89) 肉牛に全脂大豆を与えると牛肉のビタミンE含量や不飽和脂肪酸が増える
- 6月 (90) 放牧中の乳牛はグラスよりもクローバーを朝方選んで食べる傾向がある
- 7月 (91) とうもろこしと大麦給与が肉牛の枝肉の品質や歩留まりに
与える影響は特に無し
- 7月 (92) フォーチュン誌2004年グローバル500社から感じること
- 8月 (93) 米国の乳牛頭数、乳価、乳牛登録頭数などの動向と私的見解
- 8月 (94) 最近の米国のいくつかの飼料副原料価格と私的見解
- 9月 (95) 動物愛護運動は、将来、米国の卵の生産方法にも影響を与えるでしょう
- 9月 (96) 飼料を通して鶏卵のルテインを強化
- 10月 (97) 今秋の米国産大豆やとうもろこしの予測生産量は当初の数値よりかなり多い
- 10月 (98) 大豆ミールととうもろこし家禽飼料のフィチンリン利用の向上
- 11月 (99) ダチョウの飼料に大豆ミールは重要
- 11月 (100) トランス型脂肪酸(トランス酸)という呼び名の周辺
- 12月 (101) タマリンドが産卵鶏のコレステロール代謝に与える影響
- 12月 (102) 糖蜜を子牛のスターターに余分に添加する諸々の影響

2005年

- 1月 (103) Bt 脱皮大豆ミールと対照区脱皮大豆ミールでは、ブロイラーの成績は同等
- 1月 (104) トリチケイリーのボゴ種はブロイラーや産卵鶏飼料に使える
- 2月 (105) 子牛の腸管内バクテリアは母乳の抗生物質残留で耐性が高まる
- 2月 (106) 乳牛への正確な飼料給与によるリンの軽減
- 3月 (107) ドッグ・フードに低オリゴ糖・低フィチン態大豆や大豆ミールは良い原料
- 3月 (108) 肥育豚後期のイソロイシン要求量はNRC(豚)の推奨値が良い
- 4月 (109) アイオワ州立大学での授賞式・晩餐会に出席して
- 4月 (110) アイオワ州の乳牛の成績は全米では上位10州に入る
- 5月 (111) 去勢豚のトリプトファン要求量
- 5月 (112) 産卵鶏に加熱全脂大豆を22%レベルまで入れられる
- 6月 (113) 焙煎大豆をブロイラー・ターキーに与えた報告
- 6月 (114) 「強制換羽を飼料給餌停止で行うことを廃止」する背景や周辺

- 7月(115) レプチン(leptin)が肉牛枝肉組成の予知に使えるようになるかもしれない
- 7月(116) 畜産、環境、農村社会との関連
- 8月(117) フィターゼが養豚中期の粗蛋白質やアミノ酸の消化に直接与える影響は無い
- 8月(118) 「少なく食べて長生きしよう」を特集トピックスにした米国油化学会
- 9月(119) オーガニック酪農のいくつかの考え方と乳房の健康
- 9月(120) ブロイラー飼料の処理形態が成長と肉歩留りに与える影響
- 10月(121) ソイ・ハル(大豆の豆皮)を利用するときの留意点を再度考える
- 10月(122) コバルト添加は肉牛の乾物摂取量と平均増体日量を増やす
- 11月(123) 鶏卵へのオーガニック・イースト・セレンの効果
- 11月(124) 日本うずらへのL・カルニチン給与の効果
- 12月(125) アルファルファと大豆ミールの収穫逡減法則周辺の考え方
- 12月(126) 大腸菌O157:H7の酪農現場での生態

2006年

- 1月(127) 早期離乳子豚に低蛋白質・アミノ酸添加飼料を与える時の考慮点
- 1月(128) 米国の食品小売業(スーパーなど)は、多面的に変化してきている
- 2月(129) エクストルード大豆とパーム油・魚油製品などを与えた乳牛の乳汁とチーズ
- 2月(130) 米国とEUのオーガニック市場
- 3月(131) マイコトキシンへの関心は今後高まるでしょう
- 3月(132) 米国の畜産物消費予測や酪農関連状況など
- 4月(133) 穀類の蒸気圧せん断処理の影響など
- 4月(134) 豚への短期トリプトファン添加と大豆ミール
- 5月(135) 将来は養豚の栄養を考慮した大豆ミールの特性を選ぶようになる
- 5月(136) ウィスコンシン酪農とバイオ・セキュリティや動物愛護など
- 6月(137) 6月は酪農月間
- 6月(138) 公平な乳価決定の難しさ
- 7月(139) とうもろこし・大豆ミール授乳豚飼料のアミノ酸制限順位
- 7月(140) 母豚から授乳子豚への有機と無機セレンの移行効果
- 8月(141) 大豆ミール(粕)等の粗蛋白質は乾物中%で言うのも一案
- 8月(142) 大豆処理工程で副産物を大豆ミールに混入したときの評価
- 9月(143) エクストルード大豆に魚油を少量給与した牛の乳汁中脂肪酸組成など
- 9月(144) 鶏卵(赤玉)の卵殻脱色(色落ち)の原因は
バナジウムで、改善はビタミンC給与
- 10月(145) オーガニック飼料原料
- 10月(146) ブロイラーの処理場への出荷距離や季節による影響や死亡率
- 11月(147) 米国では上位50農協が全米の原乳出荷の8割を司る
- 11月(148) 馬の栄養における近年の進歩

12月(149) 飼料の分離がコマーシャル産卵養鶏や卵質に与える影響

12月(150) カナダでの大掛かりな乳房健康調査結果

2007年

1月(151) 如何なる国においても土地は酪農や農業全般の生産基盤

1月(152) 酪農や畜産を学べる米国の大学や短期大学の近況

2月(153) 家畜の飼料と栄養で重要なのは良質な水の摂取

2月(154) 米国でのブロイラーや七面鳥の孵化率

3月(155) 育成豚への大豆ミールと低フィテン・リン大麦主体飼料の結果

3月(156) 豚の糞尿の臭いとアミノ酸添加飼料の影響

4月(157) ヨーロッパの観点からみた反芻獣に対しての新しい飼料添加物

4月(158) 蛋白質と澱粉が乳牛の乳生産、乳脂肪酸組成、飼料摂取量などに与える影響

5月(159) SQT(エスキューティー)ASP(エーエスピー)とは?

5月(160) 米国KFCとタコベルのゼロ・トランス型脂肪酸決定

6月(161) 山羊の人気と飼料

6月(162) 家畜単位(アニマル・ユニット)

7月(163) 子豚用の飼料は攪拌が足りないと成績が下がる

7月(164) 授乳期子豚の性別飼育とリジンの評価

8月(165) ロコソウと馬や羊

8月(166) マイコトキシンとフランス西部の乳牛群の原乳

ASAパンフレット2007

(平成19年)

後記： 個人的ノート

日本の酪農、畜産、家禽、養魚、飼料と関連産業の一部は、今後もやり方如何によっては維持発展できる力を持った産業であると信じています。但し、容易なことではないので追い風に陶酔は禁物です。

このパンフレットもそのような関連業界や現場の方々に僅かでもお役に立つことが出来ればとの思いから書きましたが、今夏、公私を合わせた渡米から冒頭の感触も再認識した次第です。協会引退後も専門の勉強はあまり怠らないようにし、執筆や時折の講演などにも体調が許せば続けるようにしています。それは、私にとって「生涯にわたる趣味」なのかもしれません。

個人的なことですが、脳梗塞・狭窄、通風、前立腺など持病が増え、また、家内の急性骨髄性白血病や自己免疫疾患と激痛の諸問題を抱える夫婦としては、共に70歳を有に過ぎ、お互いを思いあい助けあいながら日々を大切に過ごせることには、天(神)に感謝あるのみです。近代医学は長寿と健康を万人にもたすのが当然であると思うのは人間の驕りと錯覚であると悟るのは、死と治療の苦しみに直面した家内の方が早く、私が悟るのには歳月を要しました。

アメリカ大豆協会(ASA)のホームページには、私独自の選択と個人的な見解を含めた大豆ミール利用などに関する飼料技術・状況トピックスを毎月載せていますが、多くの方が多方面からアクセスして下さり、更に深く調べるときのヒントに使って下さっているのが嬉しいです。

最後に、前述の持病や体調維持などのこともあるので、協会はほぼ完全に引退しています。不定期ながら協会事務所に雑談をしに立ち寄るのは年に数回しかありません。従って、直接・間接に頂く御質問や御要望には返事を差し上げるのが大変に遅れたり対応出来なくて失礼することも多々あります。昔は現場を飛び回りましたが、それは過去のことです。この場を借りてお詫びとともに御理解をお願いする次第です。皆様の御健康と御活躍を陰ながら祈りあげます。

瀬良英介、2007年秋記す