

Non-GMO 農産物への需要シフトとフードシステムの進化

たち かわ まさ し いの うえ そう たらう
立 川 雅 司・井 上 莊太朗

1. はじめに

- (1) GMO 農産物の登場と急速な普及
- (2) わが国における GMO 表示への動き
- (3) 本稿の課題

2. Non-GMO 農産物シフトと IP システムの形成

- (1) 大豆
 - 1) 大豆の主要用途と Non-GMO への需要シフト
 - ア. 国内の大豆市場の概要と組換え原料の使用
 - イ. Non-GMO 大豆への原料シフトの現状
 - ウ. 原料調達先の変化
 - 2) Non-GMO 大豆の調達のための IP システムの形成
 - ア. 先行事例
 - イ. IP システムへの対応状況
 - 3) 検査・社会的認証上の諸問題
- (2) トウモロコシ
 - 1) トウモロコシの主要用途と Non-GMO への需要シフト
 - ア. 国内のトウモロコシ需要構造

イ. Non-GMO トウモロコシの原料調達
ウ. 原料調達先の変化

2) Non-GMO トウモロコシの調達のための IP システムの形成

- ア. 先行事例
- イ. IP システムへの対応状況

3) 検査・社会的認証上の諸問題

- ア. 混入率の許容水準
- イ. 検査方法

(3) 大豆とトウモロコシとの比較

(4) 東京穀物商品取引所への Non-GMO 大豆の上場

3. 畜産農家における Non-GMO 対応とその影響

(1) 酪農経営の事例

- 1) 餌の形状変化と嗜好性
- 2) 乳量の安定性と集乳

(2) 採卵経営の事例

4. 考察

(1) フードシステムの柔軟性と調整コストの帰趨

(2) IP システムによる追跡可能性の確保

(3) 先行投資としての IP システム

1. はじめに

(1) GMO 農産物の登場と急速な普及

世界で最初に遺伝子組換え（以下、GMO）農産物が市場に登場したのは 1994 年であり、バイオ・ベンチャーのカルジーン社が開発したフレーバー・セーバーTMトマトがその嚆矢である。その後 1996 年から作付が開始されたモンサント社による除草剤耐性大豆の登場が、遺伝子組換え農産物の商品化・大規模作付を一気に推し進めた。現在、広く普及して

いる GMO 農産物としては、大豆（アメリカでの 1999 年度作付に占める割合 57%）、トウモロコシ（同 33%）の他、綿花（同 55%）、ナタネ、バレイショ等がある。詳細については、拙稿（立川〔5〕）を参照されたい。

GMO 農産物が急速に普及した背景としては、これまで商品化された GMO が主としてインプット・トレイト（除草剤や殺虫剤など投入資材の節減を可能とする特性）の改善を行ったものであり、生産者サイドにとって直接的メリットの大きい商品であったことが指摘できる。例えば、除草剤耐性大豆の場合、

経営上のメリットとして、除草剤節約による生産費低下、雑草抑制と密植による単収増加が認められる。またアーカンソー、ケンタッキーといったコメ生産州では、大豆はコメとの輪作体系の中で生産されており、除草剤耐性大豆を作付することで、除草を目的とした中耕を行わずにすむことから、土壌流亡を防止する不耕起栽培に適するものとして評価が高い。

(2) わが国における GMO 表示への動き

急速に生産が拡大し、わが国の輸入量も増加していた GMO 製品に対して、1998 年頃から、その安全性や環境への影響に対して不安を表明する消費者の声がメディア等で取り上げられるようになった。そして食品としての安全性の評価に対して強い不信を抱く生協や消費者運動組織が中心となって、GMO の不使用や表示を求める動きも顕著となった。こうした社会状況が広がる中、農林水産省が設置した「食品表示問題懇談会遺伝子組換え食品部会」では、消費者に対する情報提供の重要性に鑑み、GMO 食品に対する表示を導入する報告書をまとめる（平成 11 年 8 月）と共に、この結果を受けて農水省では、平成 13 年 4 月から義務表示を導入することとした。

こうした義務表示化の流れの中で GMO 食品に対するネガティブなイメージを感じ取った食品製造・流通関連業界では、こうした動きを先取りすると共に、むしろこれを新たなビジネスチャンスと捉え、遺伝子組換えでない（以下 Non-GMO と略す）農産物や食品の確保を進めてきた。すなわち、これらの業界では Non-GMO 農産物の確保・調達が大きな課題となり、生産段階から最終需要者まで Non-GMO を分別管理して流通させるシステム（以下 IP ハンドリングと呼ぶ）を早急に確立するために多大な努力を払ってきた。この点で義務表示化は、大豆及びトウモロコ

シの加工・流通業界に対して、原料調達方法や製造プロセスの再検討を迫ることとなったのである。こうした実需サイドの動きに対応する中で、農水省からの委託を受けた（財）食品産業センターでは、アメリカにおける現地調査を踏まえつつ、大豆・トウモロコシの輸入・流通・加工に関わる企業を想定して、IP ハンドリングのためのマニュアルを作成した（食品産業センター〔2〕〔3〕）。

(3) 本稿の課題

本来、表示義務化は消費者の選択する権利を保証することを目的として導入されたはずであったが、実際には、表示が義務化された商品については、Non-GMO 原料の使用へと急速なシフトが生じた。特にスターチ業界や豆腐業界等、この表示問題で最も影響を受ける食品工業界では、業界団体としては非組換え原料の使用問題は各社の意向に任せるということであったが、実際には業界全体として Non-GMO 原料の使用にシフトすることとなったのである。

この急激に生じた大幅な需要シフトは、これまで効率的なバルク輸送によって行われていた大豆とトウモロコシの貿易、流通、加工の諸段階に大規模な IP ハンドリングシステムを確立する必要を生じた。さらに、IP システムの導入による流通費用の上昇分が、米国の生産者からわが国の消費者に至る長いコモデティー・チェーン（商品連鎖）への参加者の間でどのようにして分担されるかという問題を生んだ。

本稿では、Non-GMO 大豆及びトウモロコシへの急速な需要シフトの背景と、そのもたらした社会経済的影響について、国内の流通・加工段階を中心に検討する。また食品産業センターの IP ハンドリングマニュアルがカバーしている食品を主体とした流通・加工だけでなく、飼料としての流通・利用（特に酪農経営や採卵経営）に対しても、その対応

状況を把握することを通じて、Non-GMO シフトがもたらす様々な社会経済的影響を現段階で明らかにする。

米や野菜などと異なり、大豆やトウモロコシは様々な加工工程を伴い、多様な副産物を産出するものであり、いわば商品複合体 (complex) として、各関連商品の間で価格や需給が相互に規定しあうという性格が強い。本稿は、Non-GMO 調達という問題への対応が、こうした商品複合体に対してどのような影響をもたらすのかを総合的に分析把握するために、各段階の経済主体の行動が相互に影響するという、フードシステムの視点から検討を試みた。

2. Non-GMO 農産物シフトと IP システムの形成

(1) 大豆

1) 大豆の主要用途と Non-GMO への需要シフト

ア. 国内の大豆市場の概要と組換え原料の使用

後述するが、Non-GMO 大豆へのシフトは主に食品用大豆で生じている。そこで、ここでは食品用大豆を中心にわが国の大豆市場と GMO 原料の実態を概観する。

わが国の大豆の自給率は極めて低い。国産大豆の生産量は約 16 万トンで総需要量のわずか 3 % 程度にすぎず、残る約 467 万トンは海外からの輸入に依存しており、その内の 8 割近くをアメリカからの輸入が占めている。食品用大豆にしぼって、輸入国別内訳を見ると、アメリカ産大豆は IOM 大豆⁽¹⁾ が 73 万トン、ピーソンとその他バラエティー大豆⁽²⁾ が 21 万 5 千トン、カナダ産が 9 万 8 千トン、中国産が 13 万 6 千トンと推定される。国産大豆の 15 万 8 千トンも主に食品用である。このうち GMO が不分別で流通していたのは IOM 大豆の 73 万トンである (1999 年 6 月

食品産業新聞社大豆油糧日報推定による)。

次に国内の大豆需要を見ると、わが国は豆腐や納豆をはじめ多くの伝統的大豆食品を持っているが、国内の大豆需要 483 万トン (平成 9 年以下同じ) のうち約 8 割の 378 万トンは搾油用である。一方食品用大豆は約 2 割の 94 万トンとなっている。次に食品用大豆の用途別需要の内訳を見ると総計 97 万トン (平成 10 年以下同じ) のうち、豆腐・油揚げ用が 49 万 6 千トンと最大である。そのうち IOM が 33 万トンを占めている。その他凍り豆腐用が 2 万 8 千トン (うち IOM は 2 万 7 千 500 トン)、納豆用が 12 万 8 千トン、味噌用が 16 万 2 千トン、醤油用が 2 万 6 千トン、植物性タンパク用が 4 万トン、惣菜、酢大豆、湯葉、きな粉、飼料等が 8 万 5 千トン、豆乳用 4 千トンである。

ここでは、GMO 原料の使用量を用途別に検討してみよう。搾油用大豆の多くはアメリカからの不分別の輸入大豆を原料として利用している。そのため GMO 大豆の使用量は最大である。また食品用として最大の用途である豆腐用でも、不分別の IOM 大豆が多く用いられているため GMO の利用量は大きい。一方、納豆用として使用されている原料は IP ハンドリングされた輸入バラエティー大豆 (品種を特定した大豆) あるいは国産大豆であり、すべて Non-GMO 大豆であると見られる。味噌用も同様に中国産及び、IP ハンドリングされたアメリカ産、カナダ産の白目大豆、国産大豆であり、これらもすべて Non-GMO 大豆が使用されていると考えられる。醤油は表示義務化の対象外ではあるが、不分別の大豆や大豆ミールが原料として利用されている。また、大豆タンパクでは、不二製油など一部のメーカーが Non-GMO を用いた生産に取り組んでいるが、多くは不分別の原料が利用されていると見られる。

イ. Non-GMO 大豆への原料シフトの現状
平成 13 年 4 月から使用、不分別の表示が

義務化されるが、食用油や飼料はこの義務表示化品目の中には含まれていない。そのため、搾油メーカーによる油糧用大豆原料の Non-GMO シフトは、顕著な動きとはなっていない。大手量販店ジャスコによるPBブランドとしての Non-GMO のキャノーラ油への取り組みなどの例もあるが、現段階では食用油について Non-GMO 原料使用を全面に出しているのは、一部の業者にとどまっている。

対照的に食品用大豆は、Non-GMO 大豆の使用に、ほぼ全面的にシフトしている。Non-GMO の食品用大豆を輸入しようとする動きは、平成 10 年以降、GMO 食品の表示が急速に問題化する以前からあった。例えば、生協やスーパー、豆腐メーカー等の一部の流通業者や食品加工業者は早くから対応を始めていた（寺中〔6〕）。しかし、食品用大豆の Non-GMO 大豆へのシフトが全面的に展開することとなったのは、平成 11 年 8 月の農水省の食品表示問題懇談会遺伝子組換え食品部会での表示義務化方針の発表以降であろう。

このうち Non-GMO 大豆の調達が実際に大きな問題となったのは豆腐・油揚げ用である。既述のように、豆腐・油揚げ用の原料大豆の使用量 49 万 6 千トン（1998 年度）のうち、現在 GMO と Non-GMO が混在しているのは IOM 大豆の 33 万トンである。この 33 万トンをできる限り Non-GMO として確保することが課題となった。

納豆用と味噌用の輸入大豆では、以前から IP ハンドリングされた原料を使用していたため、既存の IP ハンドリングの精緻化と信頼性の向上が課題となった。

醤油は表示義務化の対象ではないため、原料の Non-GMO シフトは顕著ではない。しかし、醤油原料用には、不分別の大豆粕が使用されており、ここでも Non-GMO への原料シフトが生じるとすれば、今後は IP ハンドリングされた Non-GMO 丸大豆原料の使

用割合が増加するとも考えられる。

ウ. 原料調達先の変化

豆腐用大豆需要が Non-GMO にシフトしたことは、当然、原料の調達先にも影響を与えており、Non-GMO の生産国である中国産やカナダ産への引き合いが出てきている。また国産大豆への需要も拡大している。ただし、トン当たりの原料大豆の価格（1999 年 10 月 1 日、大手豆腐業者渡し）を比較すると、不分別の IOM で 50,000 円、IP ハンドリングされた Non-GMO の IOM で 60,000 円、バラエティーで 75,000 円（バラ積のものは 74,000 円、袋詰のものは 78,000 円）、中国産で 70,000 円となっているのに対し、国産大豆は 170,000 円と Non-GMO の IOM に比べて 3 倍程度高価である。したがって Non-GMO 大豆の需要シフトが国産大豆需要の大幅増加につながるには未だ価格差が大きすぎると見られている。

結局、今回の Non-GMO への需要シフトは、輸入国の変更や国産品への回帰よりも、以前からの主要輸入先である北米において、IP ハンドリングされた原料を調達するという動きにつながったといえよう。

2) Non-GMO 大豆の調達のための IP システムの形成

ア. 先行事例

現在急速に拡大している Non-GMO 大豆の調達は、アメリカの産地から日本の利用者までの IP ハンドリングシステムの構築を必要とした。こうした IP システムの先行事例として、食品用バラエティ大豆の契約栽培がある。例えば納豆用大豆では小粒のものが好まれる等、食品用大豆には搾油用のものとは異なった特性が求められるため、国内の間屋や商社は北米における食品用大豆の契約栽培に既に取り組んでいた。そして、契約栽培されたバラエティー大豆は、多くの場合生産国で袋詰めされてコンテナ輸送されていたため、分別流通のシステムが、食品用大豆において

は既に存在していたのである。

コンテナ輸送によるバラエティー大豆の物流システムは、大豆における IP ハンドリングの先行事例であると考えることができよう。しかし現地で袋詰してコンテナ輸送を行うシステムはコストが高く、付加価値の高い特定用途向けでなければ割の合わないものになってしまう。こうした事情から、コンテナ輸送ルートの拡大ではなく、IOM 大豆をバラ積み輸送によるバルク流通で日本に輸入する IP システムの構築が求められるようになったのである。また既存のコンテナ輸送システムにしても、GMO の問題が広く耳目を集めてきている中、他品種大豆の混入の可能性を下げるよう IP ハンドリングの強化が課題となっている。

イ. IP システムへの対応状況

既述のように、国内における大豆用途の約 8 割をしめる搾油用では、Non-GMO 原料へのシフトは目立って生じていない。残る約 2 割の食品用大豆のうちでも、新たに IP システムの構築が課題となったのは、豆腐用に用いられる IOM 大豆の 33 万トンである。同じ食品用でも味噌用や納豆用では中国産や北米のバラエティー大豆や国産品が用いられているために、IP ハンドリングを構築する必要はなかった。また、飼料用については、Non-GMO 飼料の利用を行う畜産業者向けに Non-GMO 大豆粕の需要が少しずつ生じてきているが、飼料用では GMO の使用が表示義務化されなかったことから、全体としては小さな動きに留まっている。

こうした状況をふまえ、次項では豆腐用大豆を対象として、Non-GMO 原料シフトの影響について検討し、あわせて Non-GMO 大豆粕調達の実態についても紹介する。

(ア) 豆腐用 IOM 大豆

い) 豆腐用大豆における Non-GMO シフトの実態

1998 年産まではほとんどが不分別で流通

していた豆腐用 IOM 大豆では、Non-GMO 大豆へのシフトが現在急速に展開している。そのため IOM 大豆の相当量が既に Non-GMO にシフトしたと見られており、1999 年産において約 8 割の食品用輸入大豆が Non-GMO のものに置き換わったと見られている（日本経済新聞／2000 年 2 月 16 日）。2000 年産からは、豆腐用大豆のほぼ全量が Non-GMO 大豆に移行すると見られる。なお、凍り豆腐用 2 万 8 千トンのうち、そのほとんどの 2 万 7 千 500 トンが IOM 大豆であり、これらも IP ハンドリングされた Non-GMO 大豆にシフトすると見られる。

豆腐用大豆の Non-GMO シフトが短期間に全面的に生じたことは注目に値するだろう。しかし小売段階での表示問題に目を転じると、その対応は必ずしも一様ではない。現在、大手量販店の中では、ジャスコが非組換え大豆の使用を自社 PB 製品に表示している。しかし豆腐業者の多くは Non-GMO の使用を任意表示することに、必ずしも積極的ではない。この背景には、豆腐メーカーが、Non-GMO 使用に消費者がどれだけのこだわりを持っているか把握しきれていないことがあるといわれる。豆腐は典型的な日用食品の一つでありその需要量は変動性に乏しく、組換え原料不使用の任意表示を豆腐で行うことで、どれだけの販売効果を持ちうるのか、未だ手探りの部分があると見られる。

ii) 豆腐をめぐるフードシステムとコスト上昇の分担

豆腐製造業は非常に小規模な事業者の多いことが特徴である。通産省工業統計表（平成 7 年度）によると、豆腐の総事業者数は 11,149 であり（都道府県の組合に加盟している業者の数は約 9,000 とこれよりも少ない）、従業員数は 90,071 人である。このうち従業員数 30 人以上の事業所数はわずかに約 200 であるのに対して、3 人以下の事業者数は 4,617 と、圧倒的に小規模事業者が多い。

また、多くの豆腐製造業者が、家内工業的な小規模業者であり、在庫設備も小さい。そのため豆腐用大豆の取引は輸入商社から一次問屋、そして末端での小口物流を担う二次問屋を経て豆腐業者に至るルートが主流である。ただし、現在では大規模な豆腐製造業者のシェアが拡大しており、こうした大規模業者では、一次問屋や商社との直接取引も拡大している。

現在のところ豆腐の小売価格は上昇しておらず、Non-GMO 大豆使用へのシフトによる生産コストの上昇は、消費者に転嫁されていない。豆腐業界としては現在 1 丁 100～130 円程度の末端小売価格が、約 10 円上昇すれば、メーカーの出荷価格としては 5 円の価格上昇が見込まれ、原料調達費用の上昇分を全て消費者に転嫁できると考えている。しかし、実際には、末端の豆腐小売価格が上昇する傾向にはない。これはスーパー等の量販店の力が強く、卸価格の上昇を豆腐製造業者が小売店に認めさせることが、困難と見られているためである。

一方、商社や問屋は口銭取引に徹しており、原料価格の上昇は豆腐製造業者の段階で負担される部分が最も大きくなると見られる。豆腐業界は小規模事業者が多く、こうした小規模生産者は一般に原材料費上昇を負担する体力に乏しい。そのためこの Non-GMO 原料へのシフトによって業界の大規模事業者シェアの拡大が進展する可能性もある。一方、消費者は今のところ、IP システムの導入によるコストアップを負担しないですみそうである。

しかし、Non-GMO 原料の使用によるコスト上昇が、製品価格に転嫁される例は多くある。本稿で紹介するように、鶏卵の場合には、Non-GMO 飼料の利用を付加価値の上昇としてアピールし、より高価格での販売を行っている業者もある。また生乳の場合では 1 リットル当たり 6 円程度のプレミアムが支

払われている。コーンスターチでも価格上昇が生じている。

このように流通・加工コストの上昇が、いかにフードシステム構成主体間で分担されるかは、取引主体間のバーゲニング・パワーによって規定されていることがわかる。

iii) IP ハンドリング構築の担い手

1970 年代の大豆価格の乱高下時に多大な損害を被ったことも影響して、大豆の輸入にあたって、輸入商社は口銭取引に徹しており、リスクをとることは少ないといわれていた。そのため、食品用大豆の調達では、一次店と呼ばれる大規模問屋が輸入業務も行ったり、契約栽培で大きな役割を果たすなど、商社と問屋の境界が曖昧にもなっていた。

しかし、今回の Non-GMO 大豆の調達問題では、食品問屋だけではなく、多くの大手商社が熱心な取り組みを見せている。主要商社は非組換え大豆の輸入計画として（2000 年産、括弧内は 1999 年産実績）、三菱商事は米国産で 20 万トン（10 万トン）、丸紅は米国産で最大 10 万トン（5.5 万トン）、伊藤忠商事は米国産で最大 20 万トン（15～20 万トン）、日商岩井は米国産で 3 万トン（1 万 1 千トン）に加えて中国産 5 万トン（3 万トン）、トーメンは米国産で 10 万トン（4 万トン）、ニチメンは米国産 1 万トン以上（5 千トン）及び中国産で 2 万 5 千トン以上（2 万 5 千トン）と報道されている（<http://www.nikkei.co.jp/trwatch/taberu/gene/>）。このほかの報道されていない商社も相当量の Non-GMO 大豆を調達すると見られている。

iv) 飼料用大豆粕

飼料は義務表示の対象ではないため、Non-GMO の飼料用大豆粕の調達は、食品用大豆の場合に比べてあまり目立ったものではない。そのため現在のところ、Non-GMO トウモロコシに比べても Non-GMO 大豆粕の国内流通量は僅かなものに留まっている。これには Non-GMO 飼料の利用をうたって

いる畜産業者でも、実際の取り組みの程度には濃淡があることを反映している。例えば畜産農家によっては、Non-GMO トウモロコシを利用している場合もあるといった実態を反映している。しかし、本稿でも事例を紹介するように、非組換え飼料の利用を行う畜産業者は既に存在しており、その数も増加傾向にある。そのため非組換え飼料用の大豆粕需要も増大していると見られる。

こうした状況の下、Non-GMO 大豆粕を供給している例として全農がある。全農はアメリカで Non-GMO 大豆を搾油し、その結果生産された Non-GMO 大豆粕を輸入し、配合飼料原料として国内で供給している。

3) 検査・社会的認証上の諸問題

農林水産省委託事業として(財)食品産業センターでは、『アメリカ及びカナダ産のバルク輸送非遺伝子組換え原料(大豆、とうもろこし)確保のための流通マニュアル』を2000年1月に取りまとめた。その中ではIPハンドリングにおける信頼性確保のために、生産段階から加工業者や食品製造業者に到る各段階毎の主要チェックポイント、管理方法、管理主体、記録、確認主体についてその概要と指針が取りまとめられている(第1表)。検証に関しては、このIPハンドリングマニュアルに示されているように、「遺伝子組換えに関する表示に係る加工食品品質表示基準第7条及び生鮮食品品質表示基準第7条の規定に基づく農林水産大臣の定める基準(案)に沿うものであり、社会的検証を前提」としており、管理主体及び確認主体を明確化しつつ、各流通段階毎に発行された証明書と共に商品を受け渡していくこととなっている。しかし、IP誤差と呼ばれるように、「意図せざる混入」はある程度避けられないとされている(大豆の場合には混入率5%を目安とされる。なお、トウモロコシでは目安は明示されていない)。

とはいえ、実務ベースにおいては、混入率をどの程度の精度で行うのかによってコストが大きく異なってくる。混入率の程度如何で実際の費用上昇は大きく変動しうると考えられている。ただし業界では、実際にIPハンドリングによるバルク流通システムが確立すれば、5%を下回る水準で十分安定的に供給しうると考えられている。

また科学的検証を行おうとする場合には、米国ストラテジック・ディアグノスティクス(SDI)社等が提供するELISA法による検証キットを利用し、原料については0.1%の混入を検出できる。ただし、摂氏60度程度の加熱で利用できなくなるため、製造された豆腐については利用できない。

なお、豆腐業界に関する限り、Non-GMOに関する任意表示をどうするかについては、統一的な見解はまとめられておらず、この任意表示問題はむしろスーパーの影響が強く、流通サイド主導で今後の任意表示の方法は決定されていくと考えられる。

注(1) IOM大豆はインディアナ、オハイオ、ミシガンの3州で生産される大豆であり、特定の形質を意味してはいない。一般に北部で生産される大豆はタンパク含量が高いことから豆腐の原料にするのに適しているとされ、実際にはこの3州以外の州で生産される大豆でもIOMに含まれているものもある。日本には約70万トン輸入されている。

(2) バラエティー大豆はバラエティー(品種)が特定された大豆であり、わが国の食品用として多く契約栽培されIPハンドリングされて輸入されている。生産量の多いのはイリノイ、オハイオ、アイオワの3州等であり、またカナダ産のものがある。

第1表 非遺伝子組換え農産物分別生産流通管理の指針

生産流通の各段階	チェックポイント	管理方法
農 家	種子の種類	種子証明書または種子名（番号）によるチェック
	収穫	非遺伝子組換えのみを他のものと混じらないよう収穫。
	農機具・機器	播種機、収穫機等の農機具・機器は非遺伝子組換え専用化、併用の場合クリーニング。
カントリーエレベータ	出荷又は集荷輸送のための車両等	車両等については非遺伝子組換え専用利用が望ましいが、専用利用されない車両はあらかじめクリーニング。
	保管施設及び搬出入施設	サイロ等の保管施設及び搬出入施設については非遺伝子組換え専用利用。時期をずらして使用する等専用利用されない保管施設及び搬出入施設についてはあらかじめクリーニング。
リバーエレベータ	集荷輸送のためのトラック、貨車及びはしけ（バージ）	トラックについては非遺伝子組換え専用利用が望ましいが、専用利用されないトラック及び貨車、はしけはあらかじめクリーニング。
	保管施設及び搬出入施設	保管施設及び搬出入施設については非遺伝子組換え専用利用。専用利用されない保管施設及び搬出入施設についてはあらかじめクリーニング。
エクスポートエレベータ	保管施設及び本船への積み込み施設	非遺伝子組換え専用利用されない保管施設及び搬出入施設についてはあらかじめクリーニング。
	船倉への積み込み	一つの船倉内に異なる（商品）を区分して搬入する場合には充分注意し、他との混入がないようにする。
	本船から内航船、はしけへの積み替え	非遺伝子組換え専用利用されないはしけ及び搬出入施設についてはあらかじめクリーニング。
港湾サイロ	サイロビン、バケットエレベーター、計量器、コンベア等サイロへの搬出入	非遺伝子組換え専用利用されない港湾サイロ及び機器についてはあらかじめクリーニング。
	選別作業（バケットエレベーター、原料タンク、製品タンク、石抜き機、真比重選別機等）	非遺伝子組換え専用利用されない選別機器についてはあらかじめクリーニング。
卸売業者 （主として大豆）	サイロへの搬出入	
	バルク輸送の場合の輸送	非遺伝子組換え専用利用されない保管施設、輸送車、選別作業、機器等についてはあらかじめクリーニング。
	選別作業（バケットエレベーター、グラビティ・セパレーター、粗選別機、石抜き機、真比重選別機等、選別機器、袋詰め等）	
加工業者 （グリッツ、スターチ）	原料搬入	搬入機器を使用する前に空運転して残留物がいないことを確認すること。
	選別施設	選別機器を使用する前に空運転して残留物がいないことを確認すること。
	グリッツ・スターチの製造ライン	従前の使用原料が不分別原料であった場合、製造施設に残留物がいないことを確認すると共に微粉状あるいは液状の残留が懸念されるときは当該施設のクリーニングを行うこと。
	グリッツ・スターチの保管・出荷	製品倉庫では不分別原料と保管場所を別にする。
食品製造業者	原料搬入	証明書による非遺伝子組換え農産物の確認。
	原料分別保管	不分別原料との明確な区分保管。
	製造ライン	非遺伝子組換え専用利用されない製造ラインについてはあらかじめクリーニング。

注. 管理主体、記録、確認主体については、省略。

資料：食品産業センター、『アメリカ及びカナダ産のバルク輸送非遺伝子組換え原料（大豆、とうもろこし）確保のための流通マニュアル』（2000.1）より抜粋。

(2) トウモロコシ

1) トウモロコシの主要用途と Non-GMO への需要シフト

ア. 国内のトウモロコシ需要構造

トウモロコシの輸入量は約 1,470 万トン（平成 10 年）で、主な輸入先は米国（1,280 万トン、87%）、アルゼンチン（129 万トン、9%）の 2 カ国で全体の 96% を占める。主要な用途としては、飼料用 1,100 万トン、コーン原料用（グリッツ、フラワー、ミール）及びその使用食品（スナック菓子等）が 30 万トン、コーンスターチ及びその使用食品、水飴、糖類等が 360 万トンである。なお、コーンスターチの用途には、食品用途以外にも様々な工業用途（製紙、段ボール、糊等）も含まれており多様な副産物が一連の加工過程から産出される。

後でも触れるが、トウモロコシの中で特定用途のための専用品種が用いられているものとしては、ポップ種（ポップコーン用）、カーネルコーン（冷凍・缶詰用）、またコーンスターチ原料としてもホワイト種やワキシー種、ハイスターチ種、ハイアミロース種などが流通している（推定 3～4%）。しかし、これらのうちポップ種やカーネルコーンにおいては、GMO が存在していない上にもともと分別流通していたために、Non-GMO 対応という必要性が発生しなかった（上述した大豆の事例における納豆の位置づけに対応しよう）。

反対に、グリッツ用、コーンスターチ用に向けられるトウモロコシにおいては、数多くのトウモロコシ品種がそれぞれの加工過程に用いられることになるので、GMO 義務表示化の動きに敏感にならざるを得ない。特にコーンスターチ業界の Non-GMO シフトは、義務表示化決定直後にビールメーカーが Non-GMO シフトを打ち出したために業界としても対処せざるを得なくなった。他方、グリッツ業界も大手グリッツメーカーが

Non-GMO シフトを表明しており、業界全体に影響が広がる勢いを見せている。

またコーン油については、コーンスターチ製造過程の副産物として産出される胚芽を購入して搾油するため（生産量 10 万トン）、当然胚芽も不分別であるが、義務表示対象外である。一部には副産物として生産されることになる Non-GMO コーン油の存在も予想できるものの、その動向把握は今後の課題としたい。また飼料用トウモロコシに関しても、同様に義務表示対象外ではあるが、後述するように一部に Non-GMO トウモロコシを飼料用に調達している動きもあり、Non-GMO 対応が国内の畜産経営にもたらす影響も看過できない点であるので、本稿ではその動向の一端について触れることにする。

イ. Non-GMO トウモロコシの原料調達

GMO 義務表示化決定を契機として、Non-GMO シフトを進めている品目や業種としてはコーンスナック等製造の菓子メーカー（グリッツ）やビールメーカー（コーンスターチ）の動きが新聞等で伝えられている。また食品以外でも、後述するように飼料用トウモロコシの Non-GMO シフトが部分的に進んでいる。こうした Non-GMO シフトへの取り組みは、飼料用を別とすれば、グリッツ業界などは業界全体に波及しつつある。

特に、グリッツ業界はトウモロコシ原料全体を Non-GMO にシフトさせる勢いである。これはグリッツ製品においては最終製品の多くがスナック類など義務表示対象品目に分類されるケースが多いことに関係していると考えられる。これに対して、スターチ業界においては工業用途向けのスターチ生産もかなりのウェイトを占めると共に、食品用においても発酵や醸造、加熱工程を経て生産される最終製品（義務表示対象外品目）が非常に大きな割合で存在するので、原料全体を Non-GMO にシフトさせるという動きはない。むしろ、製造ラインの一部 Non-GMO 専用化

ないし原料の交互利用を行うことで、原料コストの上昇を抑制することが可能となっているためである。

しかし、こうしたスターチ製造過程における Non-GMO 原料への一部シフトは、その中に不効率性を抱え込んだものとなっている。その背景には、次のような技術的な理由が関わっている。すなわち、(一貫メーカーの場合) コーンスターチ製造ラインは、化工デンブン(主として工業用)や異性化糖など、数多くの商品も平行して生産するような構造設計になっているために、需要があるからといっても、一部の商品だけを Non-GMO に転換させることは技術的に困難である。そのため結果的に、この商品複合体(complex)ともいうべき製品の複雑な関連性は、コーンスターチの Non-GMO シフトにおいて経済的な不効率性を抱え込まざるを得なくなっているのである。

飼料用トウモロコシに関しては、飼料の項目で言及するが、Non-GMO シフトも一部で進んでおり、全農1社だけで20万トン程度の調達量に達しており、他社も含めて今後の調達量はさらに増大することが見込まれている。

以上、グリッツ用、ビール醸造及び食品用コーンスターチ、飼料用など各業界毎の Non-GMO シフトの状況や諸条件を考慮すれば、日本のトウモロコシ輸入総量約1,470万トンのうち、Non-GMO トウモロコシへのシフトが短期的に進むと想定されるのは、全体の6~7%(100万トン程度)になるのではという予測もある(日本経済新聞夕刊/2000年3月23日)。

ウ. 原料調達先の変化

現在のトウモロコシ輸入先は、アメリカからが9割程度であり、その他中国、アルゼンチン、南アフリカ(食用が多い)から輸入されている。今回の GMO 回避の動きは、輸入先変更を部分的に伴う可能性もあるが、ア

リカからの輸入が太宗を占め続けることについては間違いないであろう。例えば、アメリカ以外のトウモロコシ調達先としては、アルゼンチンなどが想定されている(なお、アルゼンチンは大豆では GMO 割合が高いものの、トウモロコシでは低くとどまっている)。また日本と同様 GMO に対する消費者の懸念が強く表明されている EU に関しては、トウモロコシの輸入先をアメリカからアルゼンチンに大幅にシフトさせたが、これは元々 EU 全体としてアメリカからの購入を減少させつつあった中で、特にスペイン、ポルトガルがアメリカからの購入を控えたためにこうした傾向に拍車がかかったことによる。

2) Non-GMO トウモロコシの調達のための IP システムの形成

ア. 先行事例

このように、Non-GMO を IP ハンドリングのもとでアメリカから輸入していくという動きが生じているが、トウモロコシに関しても、大豆と同様、一部の特定品種の流通利用のために IP ハンドリングがなされてきた。それらの例としては、食品用のワキシ一種(モチ種トウモロコシで食品加工用に用いられる)やハイスターチ種(通常品種より胚乳が大きく、スターチの歩留まりがよい)、またホワイ種(餅取り粉等食品用の他、クリーニング用など工業用途にも用いる)やハイアミロース種(段ボール加工用)などがある。また先述したカーネルコーンやポップ種もこうした例に含まれよう。但し、これらの加工は一部のメーカーに限定されてきたと共に、量的にも非常に僅かな量が取り扱われてきたに過ぎない。従って、コーンスターチ製造用トウモロコシのために Non-GMO を IP ハンドリングしながら調達する場合には、このような既存の IP ハンドリングの経験をいかにスケールアップするかが課題となった。なお、飼料用トウモロコシに関しては、コーンスターチ以上に IP ハンドリングのシステ

ムはほとんどなかったということができ、比較的最近になって取り組みが開始された PHF（ポスト・ハーベスト・ケミカルフリー）トウモロコシや高油分トウモロコシ（High Oil Corn, HOC）についての IP ハンドリングが例外といえよう。

PHF トウモロコシとは、「収穫後にポストハーベスト農薬を使用せず、産地から消費地まで全農の施設で分別管理したトウモロコシ」（全農 PHF 紹介パンフレットより）を指すものであり、1991 年より生協の要請に対応して取り組みを開始したが、97 年産以降は PHF に Non-GMO という点も併せ持たせることで、消費者への訴求力を高めようとしている。なお、PHF トウモロコシに関しては、全農以外の取り組み（カーギル等）も進んでおり、これらの流通実態に関しては、食糧の生産と消費を結ぶ研究会編〔4〕を参照されたい。また高油分トウモロコシは、デュポン社が開発したトウモロコシ品種（Non-GMO）であり、油分が多く、動物油脂の代替として飼料効率性を高める目的で用いられる。近年、アメリカでは契約生産面積も拡大し、日本にも全農・伊藤忠等を通じて畜産農家向けに輸入されている。アメリカ国内の流通システムに関しては、細川・立川共訳〔7〕を参照して頂きたい。

このように PHF と HOC という IP ハンドリングの先行事例はあったものの、Non-GMO 需要の拡大という点から見れば、これまで IP ハンドリングで流通されてきたボリュームは相対的に小さく、Non-GMO 調達のためには、これら既存の IP ハンドリングの大幅なスケールアップが必要となった。

イ．IP システムへの対応状況

ここではコーンスターチ用と飼料用トウモロコシについて、IP システムへの対応状況に関して見てみよう。

（ア）コーンスターチ用

コーンスターチ製造業は、これまで輸入さ

れてきたトウモロコシのうち、360 万トン进行コーンスターチ用として調達してきた。360 万トンのトウモロコシを加工して製造されるコーンスターチは 250 万トンであり、その最終的な仕向先の内訳は、水飴・ぶどう糖・異性化糖 160 万トン、化工デンプン 33 万トン、繊維・製紙・段ボール 26 万トン、ビール 18 万トン、食品・その他 18 万トンである。

い）契機

スターチ業界では、先述したように IP ハンドリングの慣行は、若干の品目において小規模ながらも見られた。今回の GMO 対応を契機として、IP ハンドリングシステムのスケールアップを行ったり、（IP ハンドリングの経験がない企業においては）新たに IP システムを構築する必要に直面した。繊維・製紙・段ボール用など工業用スターチにおいては当然 Non-GMO シフトへのニーズはないものの、GMO 義務表示品目に含まれなかった醸造用スターチ（ビール用）において Non-GMO シフトを大手ビールメーカーが早々と宣言したことで、IP ハンドリングの構築に向けて動きが進んでいる。

原料の実際の調達は各商社が対応しており、独自の IP ハンドリングのためのチャネルとノウハウ（食品産業センター〔2〕を参照）によって、Non-GMO トウモロコシの調達がなされていると考えられる。

ii）スターチメーカーの対応と制約

コーンスターチ企業においては一部原料を Non-GMO にシフトさせる際に、次のような対応を取っている。またそこには様々な制約も存在している。

まず、コーンスターチの内、Non-GMO トウモロコシの使用が当面求められているのは、ビール醸造用スターチと食品用スターチであり、工業用なども含めたコーンスターチ全体ではない。そのため、Non-GMO トウモロコシを加工する工場や製造ラインを一部専用化できることが理想的であるものの、現

実にはそうした対応は原料調達や需要量の制約もあり、ほとんど取られていない。むしろ通常原料と Non-GMO 原料とを交互に製造ラインに流すことでラインの共用（交互利用）を行うことが一般的となっている。この場合のスターチ製造ラインの洗浄は、Non-GMO 原料での押し流しによるため、一部の Non-GMO は通常原料と混入し、結果的に最終製品からはずされることになる。あるメーカーでは、Non-GMO 原料に完全にラインが置き換わる時間を、安全のため 12 時間と多めに設定している。従って、この間に製造された最終製品は不分別品として取り扱われることになる。

また製造パイプラインの途中で原料の付着等が発生するデッドスペースなどを除去するために製造ラインの整備を行うなど、設備の改良等も必要となっている。なお、こうしたパイプラインにおけるデッドスペースの除去といった問題は、エレベータ施設などパルク穀物や加工食品の製造ラインにおける様々な施設において、Non-GMO シフトの際に直面する共通の課題となっている。

さらに先にも触れたように、スターチ製造ラインは、全体として様々な製品を加工する工程がパイプラインでつながれており、多様な製品を平行して産出するという構造設計のために、Non-GMO 原料を特定の製品の製造のみに当てるといったきめ細かな対応は技術的に困難である。

iii) 価格転嫁の動き

以上のような要因のため、例えば工業仕向のスターチ関連製品が製造されたとしても、これらは通常品と同等の価格で取り引きされることとなり、コスト転嫁を求めることは容易ではない。

またスターチ製造業における Non-GMO シフトは、一部の最終製品の Non-GMO 需要のために行っているものの、製造プラントの構造設計や多様な製品ラインが存在するた

めに、その原料コスト上昇分を単純に算出して転嫁を求めることが難しくなっている。従って、この追加コストの転嫁に関してはメーカー間における交渉力の差が反映されることになり、その行方は個々の交渉に委ねられることになる。スターチメーカーは、このように原料コストを製品価格に転嫁させる上での様々な制約を抱えざるを得なくなっているのである。

以上のような状況の中で、IP ハンドリングコストの価格転嫁の先行事例となったのは、スターチの大口需要家であるビール業界との価格引き上げである。すなわち、IP ハンドリングに伴う調達コストの上昇分に関して、ビール業界とコーンスターチメーカーとの間で、約 28%（2000 年 2 月出荷分より）引き上げることで決着したと伝えられている（日本経済新聞／2000 年 2 月 16 日）。このコスト転嫁はスターチ 1 kg 当たり 15 円の引き上げに相当するものであるが、ビール業界と異なり小口での取り引きが多い食品メーカーとの間でもこうしたコスト転嫁が可能となるかどうかは今後の交渉に委ねられよう。スターチメーカーとしてはこの価格引き上げを一つの契機・交渉材料として今後の食品メーカー等との折衝を進めていこうとしている。

iv) 飼料用

飼料用トウモロコシにおける IP ハンドリングシステムの形成に関しては、全農の取り組みを例としてその概要を述べる。

i) 契機

全農での Non-GMO の取扱いは、PHF・Non-GMO トウモロコシとして、98 年 1 月（97 年産）より始まっている。取り組みの発端は、生協（生活クラブやグリーンコープ等）の要望に応じて、生協と契約している畜産農家に対して飼料を提供するため、Non-GMO トウモロコシを確保しようとしたことである。なお、このような Non-GMO の調達のためには、IP ハンドリングを行う必要

が生じるが、Non-GMO 調達以前に、全農では 1991 年よりポストハーベストフリー (PHF) トウモロコシを生協の要請に応じて扱っていた経験があり、この PHF トウモロコシを、Non-GMO として調達することで、既存の IP ハンドリングのチャンネルを Non-GMO 調達の目的に転換することが可能であった。飼料用トウモロコシには一般的に IP ハンドリングという発想がこれまで無かった。従って、この PHF の先行的な取り組みがなかったならば、今回のような Non-GMO 調達は、さらに大きな困難に直面したことであろう。GMO の作付は、96 年から本格化しているが、その直後に Non-GMO 調達のための IP ハンドリングが始動できた背景には、このような事情がある。

ii) 価格差

現在の取扱数量は小さいものの、その伸び率は高く、今後の伸びも期待されている。具体的には、全農全体の取扱量（350 万トン）のうち、原料ベースで 18～20 万トン程度が、この PHF/Non-GMO トウモロコシである。全農としては、食品メーカー等からの引き合いも増加しているので、昨年比で 2 倍程度に Non-GMO の取扱量が増えると予想している。

IP ハンドリングは原料調達に追加コストを伴うものであるが、価格差としてどの程度発生するかは、一概には言えない。実需者のもとに届けるまでのコストは、外航船が接岸できる港の近く（鹿島港等）では、内陸輸送費が低く抑えられる分だけ安価となる。その場合原料ベースで、プラス 2,500 円/トン程度と想定されている。末端配合飼料の場合には、トウモロコシの配合割合や歩留まりなど、その他諸要因で価格が上下する。

iii) 輸送形態

Non-GMO であっても、トウモロコシの場合には、基本的にはパナマックス級外洋船での輸送であり、コンテナでの輸送はありえ

ない。この外洋船の輸送量は 5～6 万トンであるが、通常、船倉は七つ（1 船倉で約 8 千トン）に分割されているので、この約 8 千トンという量が分別輸送の基本的な最低量となる。しかし、この量に満たない場合には、船倉のセパレーションが必要となり、板材とビニールシートで上下に区分するなど非常に大きな労力を要することになる。

iv) 現地生産者の組織化

全農は、アメリカの生産者に対して、IP ハンドリングのための啓蒙指導・組織化を行っている。具体的には、高付加価値トウモロコシに関して、「プレミアム・グレイン・グロウアー (Premium Grain Growers)」という生産者協議会を全農の米国穀物集荷会社である CGB (Consolidated Grain & Barge) の下に組織しており、IP ハンドリングのための様々な技術指導や教育（例：プランターや収穫機の洗浄、分別保管等）を生産者に対して行っている。

なお、こうした組織に参加する農家は、規模面での特徴はないとされている。また協議会参加の目的は、基本的には、GMO 反対というよりも、収益性追求の理由で参加している。CGB の本社は、ニューオリンズだが、イリノイ州やインディアナ州など各地に施設があり、1,000 戸以上の生産者が参画している。またこうした高付加価値トウモロコシのプレミアムについては、ケースバイケースで一概には言えないものの、生産者段階でのプレミアムは、ブッシェル当たり 30 セント以下となっている。

このように日本における Non-GMO 需要の拡大は、川上に位置するアメリカの生産者にとって、今後より一層、契約生産・契約販売などの垂直的な調整に関与していく契機になるものと考えられる。本稿では、この川上へのインパクトという点は充分検討できなかったが、フードシステムの考察を今後深めていく上では見逃すことができない点である。

v) 国内輸送経路

太平洋上の輸送がパナマックス級の外洋船（ないしこれよりやや小型のハンデータイプと呼ばれる輸送船）であるため、この規模の外洋船が入港できる港が国内輸送の起点となる。全農では、これらの港との近接性も考慮しつつ全国 15 カ所に PHF 飼料加工工場を立地させている。しかし、Non-GMO の需要量は非常に限定されているために、特定の 1 港だけで積載原料をすべて陸揚げするのではなく、「2 港降ろし」を行う場合もある。こうした手法を取ることで海上輸送費を抑えつつ、数量的に少ない Non-GMO 需要でも大型船舶での輸送ができるようにしている。

なお、こうした方法は Non-GMO トウモロコシでは用いられているものの、さらに需要量が少ない Non-GMO 大豆粕の場合には用いられていない。Non-GMO 大豆粕においては、需要量が約 2 千トン／月と少ないことから、外洋船のホールドに満たない場合は人工セパレーションを行うケースや、需要の少ない港には鹿島港等より内航船に積み替えてのデリバリーが行われている。また、北海道においてはこれをトランスパック

（500kg）に詰め直して使用するため通常の大豆粕に比べ 5 割の増嵩コストがかかる。なお、Non-GMO トウモロコシの場合には、原料ベースで通常品よりも 1 割増程度のコストアップとなっている（実際の生産者売り渡し価格は、地域、工場からの輸送距離、加工方法、支払方法により単純には示せない）。

vi) 全農のスタンス

全農としては、Non-GMO 原料の調達、現在のところ生協からの需要に対応するということで取り組みを進めてきた。しかし、全農としては通常品からの製造転換を積極的に進める意向は現在のところない。あくまでも実需者のニーズが先にあり、そうした需要に応じて幅広い商品を提供していくというスタンスであり、IP ハンドリングに応じたコス

ト増に関しても、需要サイドとの話し合いの中で具体的な内容や価格水準に関して決定していくことになる。

なお、日本において現在 Non-GMO トウモロコシ（飼料用）を海外から調達している企業としては全農以外には、伊藤忠、カーギル、丸紅があるとされている。

3) 検査・社会的認証上の諸問題

ア. 混入率の許容水準

食品産業センターが作成した IP ハンドリングマニュアルにおいては、トウモロコシに関しては GMO 混入率の許容水準（閾値）の設定がなされていない。実際には全農をはじめとして、トウモロコシにおける GMO 混入率に関しては大豆よりも高めに設定しているケースが一般的である（全農における閾値水準は 5 %）。その背景としては、①トウモロコシが他家受粉（cross-pollination）植物であり、圃場段階での花粉の飛散により、意図せざる混入を避けることが非常に困難であるという点、②種子自身の純度が 100 % Non-GMO と保証されているわけではないという点、さらに③流通過程においても、トウモロコシの粒自体が壊れやすい性質をもつため、紛状の残留物がビンの内側等に付着し、クリーニングや空回しによっても完全に除去しにくいという点が関わっている。こうした理由から、IP ハンドリングマニュアルではトウモロコシの混入率の目安については記載していない。実際の商取引上でも 1 % に設定している企業もあるものの、一般には 5 % 程度を目安として設定しているケースが多い。

イ. 検査方法

全農では、GMO 混入率の基準を 5 % としている。PCR を用いて、定量法で 5 % より上か下かを検定する。その場合の GMO 検査としては、アメリカで外航船への搭載時に、常駐している連邦穀物検査局（FGIS）が品質基準検査のために抽出したサンプルに対して行う。この船積み時の検査をもって、ファ

イナルの検査として証明書を発行して実需者に全農から売り渡す。98年に Non-GMO 調達を始めた当初は、日本には定量分析できる検査機関が無かったので、アメリカで依頼して検査結果の証明書を出し、この検査でもって全農のファイナルとした。注意すべきは、高濃度の混入判明が、分別流通の後の段階で判明すればするほど、被害は大きなものとなるので、それをいかに早い段階で発見し回避するかが非常に重要である。

検査方法に関しては、99 年秋に筆者らがヒアリングしていた段階では、大豆とトウモロコシとの間での違いが大きな課題となっていた。すなわち、大豆の場合には、GMO 検出のための簡易キット (ELISA 法による検査で 15 分で結果が判定可能) が発売されていた。また大豆の場合には、検出対象品目がラウンドアップレディ大豆だけ (トレイトが一つ) であったために、判定キットも 1 種類だけで済むとされており、大豆の GMO 検定は (加熱加工されていなければ) 流通のどの段階でも簡単に行うことができた。

これに対して、トウモロコシの場合には、ELISA 法による簡易検出キットが 99 年秋段階では発売されておらず、PCR 法を用いなければならないため検出時間に 48~72 時間必要であった。また検査費も、1 回 2,000 円程度で、特定の一つのトレイトしか検査できず、トウモロコシには 10 種類のトレイトがあるので、全て検査すると 10×2,000 円で高額となるという問題点が指摘されていた。簡易検出キットはその後発売されたものの、検査可能な GMO トウモロコシの種類が限定されているという問題、また除草剤耐性と害虫耐性 (Bt) という特性を複合的に有する組換えトウモロコシの定量的な分析検定方法にも技術的な課題が残されるなど、トウモロコシの場合には大豆とは異なった分析技術上の問題が多い。もともと、GMO 関連技術の進展は、新たなニーズに対応して急激に展開し

つつあり、こうした動向に対しては IP ハンドリングに従事する関係者は常に注意を払い続けなければならないという状況にある。今後の検査・分析技術の動向によって、流通や取引引き上の慣行が大きく左右される可能性があるからである。

(3) 大豆とトウモロコシとの比較

本稿で取りあげた大豆及びトウモロコシは生産・利用の両側面において共通する点が多く、そのことは両者における IP ハンドリング導入にあたって、よく似た性格の問題を生じている。

まず、両者の貿易構造を見ると、どちらもわが国の食料供給に占める重要性は極めて高いにも関わらず自給率が極めて低く、アメリカからの輸入に極端に依存した貿易構造を持っていることがあげられる。このことは、物流のボトルネックの所在が共通していることにつながっている。また、GMO の表示問題が決して国内だけの問題ではなく、国際的な場でルールが形成される必要のあることを意味している。両者の商品特性もまた類似した性格を有する。共に加工用及び飼料用として用いられることが多く、直接食用に用いられる割合は小さい。したがって、Non-GMO への需要シフトは加工過程に関わる食品加工業に対して与える影響が大きい。

次に流通についてみると、両者はどちらも太平洋ルートを経由するパナマックス級大型船によるバルク輸送システムに依存している。したがって取引ロットは極めて大きい。取引ロットが大規模であるため、貿易の担い手は主として大手商社である。IP システムの構築にあたって積極的な役割を果たしたのはこうした大手商社である。このように大手の商社が大規模に取り組んだ結果、IP ハンドリングされた Non-GMO 原料の確保が実現したことは間違いない。ただし、日本の商社は必ずしも自前の貯蔵・輸送設備を有してお

らず、IP ハンドリングを行うためにはアメリカの輸出業者と連携して行う場合が多いこともまた、両者同様である。

表示義務化の問題では、両者とも最大の用途である飼料や植物油については GMO 原料使用の表示が義務化されなかった。大豆の場合には、搾油用は用途の 8 割以上を占め、またトウモロコシの場合も用途の約 8 割が飼料用である。その結果大豆では総需要の約 2 割に相当する食品用大豆、トウモロコシでも、コーン油やコーンフレーク、異性化液糖、水飴を除いた食品仕向トウモロコシの一部のみが、表示対象となった。そして、表示義務化は表示対象品目における消費者の選択権を提供するというよりは、むしろ関連業界での Non-GMO 原料への全面的シフトを招来したという点も共通している。

IP システムの形成過程では、大豆とトウモロコシのどちらについても、Non-GMO の調達問題が起きる以前から、特殊用途を持つ品種、産地等の特定化された生産物の流通のために IP ハンドリングが既に行われていたことは注目される。そして、両者とも Non-GMO 原料の調達という新たな機能を獲得するために、既存の IP システムのスケールアップ、強化が行われた点でも両者は共通している。

さらに、IP システムの効率性を確保するための課題も共通している。食品用大豆と食品工業向けスターチ原料としてのトウモロコシは大豆・トウモロコシ全体の需要から見れば、あくまで部分的な用途であり、既存の物流ルートから完全に独立した流通経路を持つことは難しい。しかし一方で、IP ハンドリング実施にともなう輸送・保管・加工施設の清掃コストや混入リスクを避けるためには、不分別品との施設利用の共有化を避けることが望ましい。そのため、大豆・トウモロコシの両者において、IP システムの効率性を高めるためには、コモディティー・チェーンの

各段階において一定量のロットを確保することが重要となっている。

ただし、価格転嫁の実態については、大豆とトウモロコシで異なっている。大豆の場合実質的に最大の影響を受けた豆腐業界では零細な事業者が多く、全体としても相対的に小規模な事業者が多い。このことは、価格交渉力の大小につながっている。例えば、コーンスターチ業界とその需要家であるビール業界では 28% のスターチ値上げが認められているが（日本経済新聞／2000 年 2 月 16 日）、豆腐業界と大手需要家であるスーパーとの間で値上げはほとんど認められていない。豆腐の場合はコスト上昇を完全に消費者に転嫁するためには、1 丁 130 円程度の豆腐で 10 円程度の価格上昇が必要とされているが、そのコスト上昇は豆腐製造業者の負担になっていると見られる。このことは零細業者の多い豆腐業界への合理化圧力ともなっている。ただし、スターチ業界にしても原料や製造コストの上昇を転嫁できたのはビール業界に対してが初めてと言われている。このように、Non-GMO 原料へのシフトを行った食品製造業者は、大豆、トウモロコシのどちらにおいても、現状では価格交渉力が相対的に弱かったといえるだろう。

要約すると、GMO 表示問題は、食品の安全性を求める消費潮流を大きな背景に、アメリカにその生産を大きく依存している大豆・トウモロコシを対象として生じた。表示義務化は各農産物のマイナー用途のみを対象とするに留まった。しかし、表示対象となった品目については、ほぼ全量を Non-GMO に切り替えようとする動きが生じ、結果として総需要の 10～20% 程度を IP ハンドリングしながら調達することが求められた。その結果、バルク輸送システムへの IP ハンドリングの導入というフードシステムの変化が必要となった。こうした変化をリードしたのは生協・スーパー等の流通業者や一部の畜産業者

や食品メーカーであり、また急速なIPシステムの構築を担ったのは原料調達を直接に行う商社であった。一方、Non-GMO 原料価格の上昇やIPハンドリングに伴うコストの上昇は、価格交渉力の比較的弱い食品加工業によって負担される傾向があり、末端消費者の経済的負担は増加していない。現段階ではロットの確保を図りながらいかに効率的なシステムに移行していくのが課題となっている。

このように、大豆とトウモロコシにおけるフードシステムの変化は様々な視点から、多くの共通点を析出することできる。こうした検討は、今後アウトプット・トレイトを有する大豆やトウモロコシのGMOをはじめ、他のGMO農産物の受容過程を考える上でも有効な示唆を与えているといえよう。

(4) 東京穀物商品取引所への Non-GMO 大豆の上場

IPハンドリングというシステムは、契約に基づく需給調整と価格形成を主要な取引形態として成立してきた経緯があるものの、Non-GMO大豆に関しては、既存のIOM大豆とは別に国内の商品取引所に上場されることが決まった。そこでこの点についても触れておこう。

東京穀物商品取引所をはじめ国内の4商品取引所は、2000年にNon-GMO大豆の上場を予定している。2001年4月にGMO使用の表示が義務化されるため、豆腐や菓子メーカーなどはNon-GMO原料へ切り替えを始めた。そのため、食品用大豆の大半がIPハンドリングされた大豆にシフトしており、不分別のIOM大豆の先物価格が暴落し、一方でNon-GMO大豆の市況は高値で推移している。そのため、不分別大豆だけの上場では、国内の食品用大豆市場に十分な価格情報を与えられなくなっている。こうしたことを背景に、4取引所では1999年11月、2000年に

Non-GMO大豆の上場を行うことを決定した。実需家としては、契約栽培によって必要なNon-GMO大豆を全量確保することが困難な業者が想定されよう。東京穀物商品取引所では、Non-GMO大豆の取引には豆腐メーカー等の中小・零細業者が多く参加することを想定して、取引単位や委託証拠金を小口化としている⁽¹⁾。

ただし、既上場の不分別IOM大豆の国内需要が大幅に減少している状況下では、分別品の上場は必然に近いとはいえ、Non-GMO大豆の商品取引所への上場は、解決の難しい問題点もはらんでいることも指摘されている。それはNon-GMO大豆は契約栽培が中心であるため市場を利用する実需家が少なく、不特定多数の市場参加者を想定した商品先物市場での取引には、そもそも適さない可能性があることである。また契約栽培が多いことは、市場を経由する割合が既存のIOM大豆に比べて少ないことを意味し、買い占め等による価格操作の対象になりかねないといった問題もある。

GMOを巡る状況は、その需給のみならず、表示制度や検査技術も含めて流動的な部分が大きい。Non-GMO大豆の先物市場での取引が有効に機能しうるか否か、事態の推移が注目される。

注(1) 取引単位は1枚当たり10トン（現在上場している米国産大豆は30トン）。委託証拠金は現行の6～8万円から2～3万円に引き下げられる。ただし、建玉制限を現在上場している米国産大豆の2～3倍とし、結果的に米国産大豆と同規模の取引を可能とする。標準品は「非遺伝子組換えアメリカ合衆国産黄大豆I.O.M.未選品」で、受け渡し供用品にはイリノイ、アイオワ、ウィスコンシン州の非組み換え大豆も加える。いずれも流通マニュアルに基づく証明書（収穫から輸入段階までの分別証明書と、日本国内の倉

庫業者が発行する分別保管の証明書)が必要となる。

3. 畜産農家における Non-GMO 対応とその影響

ここでは、トウモロコシ飼料を利用する畜産農家の視点から、GMO 対応ないし Non-GMO 転換上の問題点及び今後の課題について概観する。

(1) 酪農経営の事例

北海道十勝平野に位置する A 農場は、搾乳牛 87 頭の経営であるが、飼料を全量 Non-GMO に切り替え、1999 年10月からよつ葉乳業向けの Non-GMO 生乳を生産している。Non-GMO 生乳生産の契機は、よつ葉乳業が消費者の共同購入グループからのニーズを受けて、ホクレンに Non-GMO 生乳生産の協力を求めたことに端を発する。

Non-GMO 生乳へのシフトに伴う様々な影響に関して、飼料及び集乳上の点に限って触れておく。この他、消費者視察への対応や、そのための周辺環境も含めた環境整備と衛生管理、飼料運送トラックの洗浄など Non-GMO 転換に伴う追加的な措置が様々な形で必要となっている。

1) 餌の形状変化と嗜好性

まず、酪農家にとっては、Non-GMO 飼料への転換は、従前の飼料の切り替えを意味しており、まず生乳生産への影響がないかどうか危惧感を抱かせるものとなる。Non-GMO 飼料供給を開始した当初ホクレンでは、飼料加工過程において一般飼料と Non-GMO 飼料との製造ライン上の供用をできる限り少なくするため、ペレット化せず、マッシュ状のもののみを製造するという方針であった。従って、従来からペレット飼料を使用している農家ではマッシュ飼料への転換に伴う牛の嗜好性の低下など不安定要因が大き

くなるために、Non-GMO 飼料への転換は経営上リスクが高いものとなった。

A 農場を管内にもつ所管 JA ではこうしたことから飼料のミキシング施設を有する酪農家が Non-GMO 飼料利用に適すると判断し、結果的にフリーストールを採用している酪農家を前提として、協力農家との折衝を行った経緯がある。なお、現在ではホクレンがペレット飼料を生産することを決めたものの、ペレット飼料の方が造粒コストが伴うため高価格となり、乳価のプレミアムとの関係で経営的な判断が求められる。ペレットからマッシュへの転換が、コンピュータ・フィード利用の制約になる場合もあり、こうした設備に投資をしていた場合には、転換コストがより大きなものになる。

また、Non-GMO へのシフトによって、きめ細かな飼料設計が困難になった点も指摘できる。というのも、Non-GMO の証明がなされていない飼料が利用できなくなるために、従来利用していた綿実や加熱大豆、ナタネ粕等を現状では使用できないからである。

2) 乳量の安定性と集乳

集乳は、農協のローリー車で行うが、Non-GMO 生乳用の専用車が用意されている。ローリー車は一般生乳との供用も可能であろうが、その場合には洗浄が必要となる。またローリー車の容量が 10 トンであるため、隔日に集乳に回る際、酪農家からの集乳量が過不足がでないことが望ましい。またよつ葉乳業の十勝主管工場では、その日の最初に Non-GMO 生乳をラインに流す方針であるため、工場到着が 10 時までとされており、集乳時間もこれに応じて早朝になる傾向がある(朝 7 時 30 分)。集乳時間の変更は、酪農家にとっては生活パターンの変更を伴うものとなり心理的かつ肉体的な負担増となる場合がある。また集乳する農協サイドからすれば、ローリー車 1 台だけを Non-GMO 専用車にしているため、集乳にかかる時間を節約する

ために、集乳戸数や集乳所要時間を抑えたいという意向も働く。従って、一定規模の酪農家が隣接した地域に存在した場合が農協サイドからすれば望ましい。このことは、ニッチ性の高い商品の生産にも最小規模原理が働くことを意味している。

なお、Non-GMO 生乳の生産者価格は、原料乳キロ当たり 5.8 円の上乗せであるが、Non-GMO 飼料のために 2.8 円のコスト増が伴うため、実質的には 3 円のプレミアムで運営されている。また殺菌方法は 72℃15 秒殺菌のパスチャライズ・ノンホモ牛乳であり、よつ葉牛乳の中でも最も付加価値の高い製品のひとつとなっている。

(2) 採卵経営の事例

熊本県下に位置する B 経営は、採卵鶏 5 万羽飼養の法人経営であり、1973 年から生協（九州グリーンコープ）との産直契約を導入している。既に 10 年前から全農の PHF 飼料を使用しており、Non-GMO 飼料に関しては 1998 年 10 月から採用し、Non-GMO 飼料の鶏卵をグリーンコープ向けに出荷している。Non-GMO 飼料への取り組みは、生協からの依頼が契機となっているものの、消費者の卵に対する安全性認識がサルモネラ菌について、GMO が第 2 位に挙げられているという調査結果等を独自に検討する中で B 経営ではむしろ積極的に Non-GMO 飼料の導入を進めていこうとしている。

現在の Non-GMO 使用の鶏卵は 5 万羽の内半数（2.5 万羽、将来的に拡大を計画）中であり、かつ生協出荷分は、生協との話し合いで 4.7 日分の卵であるため、残りの Non-GMO 卵は一般鶏卵として市場出荷されている。従って、この市場出荷分についてはプレミアム価格は実現されておらず、追加的な飼料コストの回収ができないという問題がある。また Non-GMO 卵の生産のために、0.5 カ月前から Non-GMO 飼料へ切り換えること

になっているため、この先行的な飼料切り換え分も追加コストになると考えられる。

この B 経営の場合は、経営全体を Non-GMO 飼料による生産に転換しているわけではないため、給餌飼料を Non-GMO と一般飼料との複数体系で対応しなければならないとなっている。但し、酪農経営で見たような飼料の形状における差は、養鶏飼料の場合には問題とならないため（全粉碎して配合）、主要な問題は 2 種類の配合飼料を鶏舎毎に区分して供給するなど、効率的な分別給餌システムを形成できるかどうかという点にかかっている。そのために、飼料配合用サイロの 2 セット化など追加的投資が必要になった。

購入飼料の価格は、末端生産者段階でトン当たり 4,000 円増（通常飼料の 1～1.5 割増）となっているが、10 年前（当時は PHF のみで Non-GMO ではない）から比較すればかなりの低価格化が進んでいるという。これは PHF や Non-GMO 飼料の需要増大に起因していることは間違いなく、これらの需要が大きく、また外航船着岸港からの陸送距離も短い関東地域においては、さらに低価格化での供給が実現している。B 経営の場合、これらの飼料価格の追加コストは、卵 1 kg 当たり約 8 円の卵価増となっている。

採卵経営の場合には、前記で見た酪農経営の場合と異なり、生産以降の共同加工プロセスが伴わないため、鶏卵の差別化をそのまま当該経営の製品差別化戦略としてマーケティングに活用することが可能となる。B 経営では、グリーンコープ以外の生協からの Non-GMO トウモロコシ使用の要請にも対応を検討すると共に、Non-GMO 関連以外でも既に様々な流通チャネルを開拓し、チャネル毎の製品差別化を進めている。Non-GMO 卵の評価が今後定着するならば、生協産直ルート以外でも、様々な独自チャネル開拓（例：コンビニエンスストア等）の余地があると考えられる。

4. 考察

(1) フードシステムの柔軟性と調整コストの帰趨

本稿で取り上げた大豆・トウモロコシは大量の物資を輸入することによって、国内産業の需要に应运ってきた。その長く複雑なコモディティ・チェーンを特徴とするこの2品目に関わる農産物流通システムは、物流システムも含めて非常に効率的なフードシステムを既に構築してきたものと考えられる。こうした高い効率性を達成していたフードシステムが、今回の Non-GMO シフトに直面することで、図らずも新たな課題に直面することになったのである。この Non-GMO 調達という新たな課題は、既存のフードシステムの有する柔軟性(ないし硬直性)をあぶり出す作用をもったということができよう。それは、IP ハンドリングというある意味では特殊な課題ではあったが、バルク農産物を流通させるフードシステムを、(差別性を有する製品が登場した場合に)差別化製品を区分されたチャネルを通じて提供するフードシステムへと転換する上でのネックを明らかにするものであった。従来、トウモロコシは様々な品種があっても、基本的には分別しないで流通させてきたといえるが、ここに PHF や Non-GMO が登場することで、既存のバルク流通システムの部分的な再構築が求められたのである。

このような転換上の制約要因としては、最低ロットや製品連鎖(副産物利用方法)等が挙げられよう。すなわち、全粒のままの利用形態の場合(PHF トウモロコシ)には、輸送ロット(バルク輸送の場合1ハッチ分約8千トン)が主たる制約になるが、加工工程に関わる製品については、輸送ロットの制約と共に、副産物利用方法の如何が、全体としての利用法を制約する。例えば、アメリカでの

トウモロコシ利用において、エタノール製造が主用途(この場合は GMO でも可)であっても、副産物のコーングルテンが EU 輸出用(Non-GMO が求められる)であるため、主用途向けトウモロコシも Non-GMO でなければならないといった制約が生まれる。これと同様のことは、コーン油とスターチの間などでも生じている。スターチを Non-GMO にするためには、トウモロコシの粒自体が Non-GMO でなければならない。従って、コーン油やその他義務表示対象外のトウモロコシ製品の製造にも Non-GMO の利用が発生する。このことは、商品をデンプンや油など単体として捉えるのではなく、商品複合体(complex)として捉え、その需要先、加工過程等を考慮することを必要とする。

また上記の転換の制約は、転換コストとなって現れる。すなわち、品質格差のない「コモディティ」として流通していた財が、IP ハンドリングされることにより流通・加工に関する追加的なコストが発生する。そして、その転換コストは、生産者から最終消費者にいたるフードシステムの構成主体間で均等に分担されるものというよりは、バーゲニング・パワーに応じて不均一に分配される可能性がある(例:豆腐業界)。またこのコストの不均等分配は、前記の商品複合体の問題とも関連する。すなわち、Non-GMO としてのプレミアムを需要者に訴求できない場合(例えばエタノール等)も発生するため、Non-GMO 調達コストを、製品ラインの一部からしか回収できないという問題が生じる。なお、これら転換コストの不均等分配ないしバーゲニング・パワーという点に関しては、本稿では充分検討することができなかったが、今後の検討課題として留意していく必要がある。こうした不均一なコスト分担が産業構造の将来変化に対して与える影響等に関しても今後の課題としたい。

(2) IP システムによる追跡可能性の確保

農林水産省の遺伝子組換え食品に対する義務表示化が本来意図したところは、消費者に対して、当該食品が GMO を利用しているかどうか、あるいは不分別であることについて、表示を通じて情報提供を行うことで、消費者の選択権を保証することを目的としていたはずであった。しかし、今回の表示問題で明らかになったのは、安全性に対して若干なりとも消費者の不安心理の残る商品について、その表示を義務づければ、末端で消費者に接する小売業者や食品メーカーは、そうした原料の使用を回避しようとする傾向が非常に大きいという事実である。ある意味で意図せざる結果であり、この表示義務化を契機として、大規模流通においても IP システムの形成というフードシステムの変容を招来した。

このような Non-GMO 原料へのシフトが急速に生じた背景としては、わが国において食品に対する安全性への志向が消費者の間に近年一層高まっていたということがある。こうした消費者の動向は、生産段階や加工段階にまで遡及して製品の由来や安全性をチェックするようないわば追跡可能性 (traceability) の確立を求めるバックグラウンドとなっているともいえよう。わが国が食料資源を基本的に依存しているアメリカの穀物の物流システムは、バルク輸送による極めて高い効率性を基礎としている。このバルク輸送システムに、どのようにして IP ハンドリングシステムや追跡可能性の要求を反映させていくのかという点に関しては、既に時代的要請が潜在的に存在していたということもできよう。この点は、大豆ではパラエティー大豆、トウモロコシにおいては PHF トウモロコシの流通が既に先行事例として存在していたことから理解できる。現在、Non-GMO 調達を契機として、大豆・トウモロコシの大規模流通システムに IP ハンドリングシステムが確立されようとしているこ

とは、追跡可能性を確保しつつ差異化した需要に対して、的確に対応できるようなシステムを構築するという意味で、フードシステムの進化ないし高度化が達成されたものと積極的にとらえることが可能だろう。

(3) 先行投資としての IP システム

今回導入された IP システムの長期的な持続性は、最終的に支払われるプレミアムの水準がシステム維持のコストに見合うか否かに関わっている。その意味では、除草剤耐性大豆や Bt トウモロコシのように、消費財としての品質は「実質的に同等」である財を、分別流通することは長期的には維持しえないのではないかという疑問が残っている。

とはいえ大豆、トウモロコシの IP システムそのものは、将来予想されるアウトプットトレイト (例えば、アミノ酸や脂肪酸組成など品質面での付加価値特性) を有する GMO 等、IP ハンドリングされたバルク流通システムを必要とする商品の流通に可能性を開いたものとして評価されよう。さらに敷衍すれば、今回の IP ハンドリング対応のための有形・無形の様々な投資は、Non-GMO 農産物の分別問題がなくなった場合 (GMO が完全に受け入れられる場合ないしは完全に排除される場合) にも、単なる過渡的な投資に過ぎないものではなく、無駄な投資ではなかったのではないかと筆者達は考える。今回の農産物の分別管理システムは、これまでのバルク流通体系が高付加価値農産物を部分的にせよ扱わなければならなくなった場合には、非常に有効なシステムとしてそのノウハウが活用できるであろう。実際、IP ハンドリングの経験について既に述べたように、そうした高付加価値農産物への取り組みは GMO 以外の領域でも既に始まっている。今後は、このような高付加価値農産物が様々な形で市場に登場してくるものと考えられる。そのための先行投資機会として、今回の Non-GMO 対

応への努力を捉え直す視点も重要ではないだろうか。

〔参 考 文 献〕

- 〔1〕 菊池一徳『コーン製品の知識』（幸書房，1993年）。
- 〔2〕 食品産業センター『輸入大豆・とうもろこしの品質確保のための流通マニュアルに関する報告書』（食品産業センター，2000年）。
- 〔3〕 食品産業センター『アメリカ及びカナダ産のバルク輸送非遺伝子組換え原料（大豆，とうもろこし）確保のための流通マニュアル』（食品産業センター，2000年）。
- 〔4〕 食糧の生産と消費を結ぶ研究会編『リポート・アメリカの遺伝子組み換え作物』（家の光協会，1999年）。
- 〔5〕 立川雅司「アメリカにおけるバイオインダストリーの展開と GMO 作物」

（『平成 11 年度海外食料農業情報分析検討・北米地域食糧農業情報調査分析検討・事業実施報告書』，国際農業交流・食糧支援基金，2000 年）。

- 〔6〕 寺中純子「食の安全をめぐる新たな展開——農産物貿易とアグリフードビジネスはどう変わるか——」（『ISEIS レポート』8，社会基盤研究所，1999 年）。
- 〔7〕 細川甚孝・立川雅司共訳「農業の工業化は不可避である」（『のびゆく農業』894号，農政調査委員会，1999 年）。

〔付記〕

本稿執筆のために，ヒアリングや情報収集，さらにはドラフト原稿へのコメント等で，数多くの方々から快くご協力をいただいた。末筆ながら，記して深謝申し上げる。頂戴したコメントを十分反映できなかった点については，今後の研究の中で活用させていただくこととしたい。