



府食第958号

平成17年9月30日

食品安全委員会

委員長 寺田 雅昭 殿

遺伝子組換え食品等専門調査会

座長 早川 堯夫

遺伝子組換え食品等に係る食品健康影響評価に関する審議結果について

平成16年5月28日付け厚生労働省発食安第0528001号及び平成16年12月3日付け厚生労働省発食安第1203001号をもって厚生労働大臣から食品安全委員会に対し意見を求められた食品のうち下記の食品の安全性についての審議結果を別添のとおり報告します。

記

コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性 トウモロコシ <i>B. t.</i> Cry34/35Ab1 Event DAS-59122-7	デュポン株式会社
除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性ト ウモロコシMON88017 系統	日本モンサント株式会社

遺伝子組換え食品等評価書

コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐
性トウモロコシ *B. t.* Cry34/35Ab1 Event DAS-59122-7

2005年9月

食品安全委員会 遺伝子組換え食品等専門調査会

目 次

	頁
○ 審議の経緯	1
○ 食品安全委員会委員名簿	1
○ 食品安全委員会遺伝子組換え食品等専門調査会専門委員名簿	1
○ コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性トウモロコシ <i>B. t. Cry34/35Ab1</i> Event DAS-59122-7に係る食品健康影響評価に関する審議結果	2
Ⅰ. はじめに	2
Ⅱ. 評価食品の概要	2
Ⅲ. 食品健康影響評価	2
第1 安全性評価において比較対象として用いる宿主等の性質及び組換え体との相違に関する事項	2
1 宿主及び導入DNAに関する事項	2
2 宿主の食経験に関する事項	3
3 宿主由来の食品の構成成分等に関する事項	3
4 宿主と組換え体との食品としての利用方法及びその相違に関する事項	3
5 宿主以外のものを比較対象に追加している場合、その根拠及び食品としての性質に関する事項	3
6 安全性評価において検討が必要とされる相違点	3
第2 組換え体の利用目的及び利用方法に関する事項	4
第3 宿主に関する事項	4
1 分類学上の位置付け（学名、品種名及び系統名等）	4
2 遺伝的先祖並びに育種開発の経緯	4
3 有害生理活性物質の生産に関する事項	4
4 アレルギー誘発性に関する事項	4
5 病原性の外来因子（ウイルス等）に汚染されていないことに関する事項	4
6 安全な摂取に関する事項	4
7 近縁の植物種に関する事項	5
第4 ベクターに関する事項	5
1 名称及び由来に関する事項	5
2 性質に関する事項	5
第5 挿入 DNA、遺伝子産物、並びに発現ベクターの構築に関する事項	5
1 挿入 DNA の供与体に関する事項	5
2 挿入 DNA 又は遺伝子（抗生物質耐性マーカー遺伝子を含む）及びその遺伝子産物の性質に関する事項	5
3 挿入遺伝子及び薬剤耐性遺伝子の発現に関わる領域に関する事項	6

4	ベクターへの挿入 DNA の組込方法に関する事項	6
5	構築された発現ベクターに関する事項	6
6	DNA の宿主への導入方法及び交配に関する事項	7
第 6	組換え体に関する事項	7
1	遺伝子導入に関する事項	7
2	遺伝子産物の組換え体内における発現部位、発現時期及び発現量に関する事項	8
3	遺伝子産物（タンパク質）が一日タンパク摂取量の有意な量を占めるか否かに関する事項	8
4	遺伝子産物（タンパク質）のアレルギ－誘発性に関する事項	9
5	組換え体に導入された遺伝子の安定性に関する事項	10
6	遺伝子産物（タンパク質）の代謝経路への影響に関する事項	10
7	宿主との差異に関する事項	11
8	諸外国における認可、食用等	11
9	栽培方法	12
10	種子の製法及び管理方法	12
第 7	第 2 から第 6 までにより安全性の知見が得られていない場合に必要事項	12
IV	評価結果	12
V	参考文献	13

〈審議の経緯〉

平成16年5月28日	厚生労働大臣から遺伝子組換え食品の安全性確認に係る食品健康影響評価について要請、関係書類の接受
平成16年6月3日	第47回食品安全委員会（要望事項説明）
平成16年6月18日	第14回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成16年11月29日	第19回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年1月24日	第21回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年5月30日	第27回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年7月15日	第29回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年8月1日	第30回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年8月18日	第107回食品安全委員会（報告）
平成17年8月18日～9月14日	国民からの意見・情報の募集
平成17年9月30日	遺伝子組換え食品等専門調査会座長から食品安全委員会委員長へ報告

〈食品安全委員会委員〉

委員長	寺田雅昭
委員長代理	寺尾允男
	小泉直子
	見上 彪
	坂本元子
	中村靖彦
	本間清一

〈食品安全委員会遺伝子組換え食品等専門調査会専門委員〉

座 長	早川堯夫	
座長代理	澤田純一	
	五十君静信	手島玲子
	池上幸江	丹生谷博
	今井田克己	日野明寛
	宇理須厚雄	室伏きみ子
	小関良宏	山川隆
	澁谷直人	山崎壮
		渡邊雄一郎

コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性
トウモロコシ *B. t. Cry34/35Ab1* Event DAS-59122-7 に係る
食品健康影響評価に関する審議結果

I はじめに

食品安全委員会は食品安全基本法に基づき、厚生労働省より、コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性トウモロコシ *B. t. Cry34/35Ab1* Event DAS-59122-7 の安全性の審査に係る食品健康影響評価について意見を求められた。(平成 16 年 5 月 28 日、関係書類を接受)

II 評価対象食品の概要

名 称 : コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性トウモロコシ
B. t. Cry34/35Ab1 Event DAS-59122-7
性 質 : コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性
申請者 : デュポン株式会社
開発者 : ダウ・アグロサイエンス社、
パイオニア・ハイブレット・インターナショナル社

遺伝子組換えトウモロコシ「*B. t. Cry34/35Ab1* Event DAS-59122-7」(以下、「Event DAS-59122-7」という)は、グラム陽性菌 *Bacillus thuringiensis* PS149B1 株に由来する *cry34Ab1* 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子並びにグラム陽性放線菌である *Streptomyces viridochromogenes* に由来する *pat* 遺伝子を導入して作製され、コーンルートワーム (corn rootworm: *Diabrotica* spp.) を防除し、除草剤グルホシネートの影響を受けずに生育することができるトウモロコシである。

本食品の宿主であるトウモロコシ (デント種) は、コーンスターチの原料及び様々なスナック菓子の原材料として用いられている。

III 食品健康影響評価

第 1 安全性評価において比較対象として用いる宿主等の性質及び組換え体との相違に関する事項

1 宿主及び導入 DNA に関する事項

(1) 宿主の種名及び由来

宿主植物として用いたトウモロコシ *Zea mays* L. は、イネ科トウモロコシ属トウモロコシのデント種のものである。

(2) DNA 供与体の種名及び由来

Event DAS-59122-7 に挿入された *cry34Ab1* 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子は、土壌中のグラム陽性菌である *B. thuringiensis* PS149B1 株に由来する。*pat* 遺伝子は、土壌中のグラム陽性放線菌である *S. viridochromogenes* に由来する。

(3) 導入 DNA の性質及び導入方法

組換え植物のゲノムに組み込まれた *cry34Ab1* 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子は、 δ -エンドトキ

シンとして知られる殺虫性タンパク質 (B. t. タンパク質) を発現させる。このタンパク質は、トウモロコシ栽培の主要害虫であるコーンルートワームに対する抵抗性を付与する。

pat 遺伝子により発現する PAT タンパク質は、除草剤グルホシネートをアセチル化し、無毒なアセチルグルホシネートに変えることで、グルホシネートの除草作用に対する耐性を付与する。

これら 3 種類の遺伝子は、アグロバクテリウム法でトウモロコシゲノム中に導入された。

2 宿主の食経験に関する事項

宿主のトウモロコシ (デント種、イネ科トウモロコシ属) は、コーンスターチの原料及び様々なスナック菓子に加工され、これまで長い間摂取されている。

3 宿主由来の食品の構成成分等に関する事項

(1) 宿主の可食部分の主要栄養素等 (タンパク質、脂質等) の種類及びその量

宿主のトウモロコシ (デント種) の穀粒中の主要栄養組成はタンパク質 6.0-15.0%、脂質 1.2-18.8%、粗繊維 1.6-5.5%、灰分 0.62-6.28%、炭水化物 63.3-89.8%と報告されている (参考文献 1~4)。

(2) 宿主に含まれる毒性物質・栄養阻害物質 (栄養素の消化・吸収等を阻害する物質。例えばトリプシンインヒビター、フィチン酸等) 等の種類及びその量の概要

宿主であるトウモロコシ (デント種) には、ヒトの健康に悪影響を与える毒性物質の産生性は知られていない。栄養阻害物質としては、フィチン酸及びトリプシンインヒビターが知られている。トウモロコシ穀粒中のフィチン酸含有量は 0.29~1.29% (乾物重中)、トリプシンインヒビター含有量は 1.1~7.18 TIU/g (TIU; Trypsin Inhibitor Unit) である。(参考文献 1~4) トリプシンインヒビターはトウモロコシ中の含有量が低く、栄養学的に問題とならないとされている。(参考文献 3)

4 宿主と組換え体との食品としての利用方法及びその相違に関する事項

(1) 収穫時期 (成熟程度) と貯蔵方法

Event DAS-59122-7 の収穫時期及び貯蔵方法は、従来のトウモロコシと変わらない。

(2) 摂取 (可食) 部位

Event DAS-59122-7 の可食部位は、従来のトウモロコシと変わらない。

(3) 摂取量

Event DAS-59122-7 の摂取量は、従来のトウモロコシと変わらない。

(4) 調理及び加工方法

Event DAS-59122-7 の調理及び加工方法は、従来のトウモロコシと変わらない

5 宿主以外のものを比較対象に追加している場合、その根拠及び食品としての性質に関する事項

宿主以外のものは比較対象としていない。

6 安全性評価において検討が必要とされる相違点

Event DAS-59122-7 において、*cry34Ab1* 遺伝子、*cry35Ab1* 遺伝子及び *pat* 遺伝子の導入により、それぞれ Cry34Ab1 タンパク質、Cry35Ab1 タンパク質及び PAT タンパク質が産生され

ていることが、宿主との相違点である。

以上、1～6により、Event DAS-59122-7の安全性評価においては、既存のトウモロコシとの比較が可能であると判断された。

第2 組換え体の利用目的及び利用方法に関する事項

Event DAS-59122-7のゲノムに組み込まれた *cry34Ab1* 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子は、B. t. タンパク質（殺虫性タンパク質）を産生し、コウチュウ目害虫であるコーンルートワーム (corn rootworm: *Diabrotica* spp.) に対して抵抗性を示し、本害虫の防除を可能にする。

また、同様に組み込まれた *pat* 遺伝子は、PAT タンパク質を産生し、グルホシネート除草剤の作用を不活性化し、植物の枯死（除草効果）を妨げる。この作用によりグルホシネート耐性組換え植物は、栽培中にグルホシネートを散布しても影響を受けずに作物の成長を続ける一方、耐性を持たない一般の雑草の防除をすることが可能になる。

第3 宿主に関する事項

1 分類学上の位置付け（学名、品種及び系統名等）に関する事項

宿主植物として用いたトウモロコシはデント種である。

2 遺伝的祖先並びに育種開発の経緯に関する事項

トウモロコシの原産地は、決定的な説はないが、メキシコ、あるいはグアテマラと考えられている。植物学的には、育種の過程でブタモロコシ (teosinte, *Zea mexicana*) から派生したとする説が有力とされている。現在では広く栽培され、食品、飼料等として利用されている。

3 有害生理活性物質の生産に関する事項

トウモロコシには、有害生理活性物質の産生は知られていない。（参考文献5）

なお、トウモロコシに含まれる栄養阻害物質としては、フィチン酸及びトリプシンインヒビターが知られているが、トウモロコシ中のトリプシンインヒビターの含有量は栄養学的に問題にならないとされている。（参考文献3）

4 アレルギー誘発性に関する事項

食物アレルギーを持つ患者の遡及的研究から、トウモロコシがアレルギーを誘発する可能性は稀であり（参考文献6）、トウモロコシは、ヒトに対してアレルギーを誘発する可能性の低い食物と考えられている。（参考文献7）

5 病原性の外来因子（ウイルス等）に汚染されていないことに関する事項

多くの植物と同様に、トウモロコシの病気も多く知られているが、それらがヒトや動物に感染することは知られていない。

6 安全な摂取に関する事項

トウモロコシは、米、小麦とともに、世界の主要な穀物の一つであり、古くから食されている。

我が国では、約 1,642 万トンのトウモロコシを輸入しており、そのほぼ 100%がデント種である (2002 年貿易統計)。

7 近縁の植物種に関する事項

トウモロコシの近縁種は、ブタモロコシ (teosinte, *Zea mexicana*) とトリブサカム属 (*Tripsacum*) であるが、これらが食用に供されることはない。また、これらについて、有害生理活性物質を産生するという報告はない。

第4 ベクターに関する事項

1 名称及び由来に関する事項

Event DAS-59122-7 を作製するためのベクターは、*Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*) LBA4404 株由来のプラスミド pSB1 を用いて作出された。

2 性質に関する事項

- ・DNAの塩基数及びその塩基配列を示す事項

プラスミド pSB1 の塩基数は 36,909bp である。

- ・プラスミド中の既知の有害塩基配列等の有無

プラスミド pSB1 に存在する全ての遺伝子は、その特性が各々明らかとなっており、既知の有害な塩基配列を含んでいない。

- ・薬剤耐性

プラスミド pSB1 には、形質転換プラスミドを含む微生物を選抜するための抗生物質耐性マーカー *tet* 遺伝子 (テトラサイクリン耐性遺伝子) が含まれている。なお、サザンブロット分析により、この *tet* 遺伝子は宿主ゲノム中に導入されていないことが確認されている。

- ・伝達性

プラスミド pSB1 は、プラスミドの伝達を可能とする配列を含まない。

第5 挿入DNA、遺伝子産物、並びに発現ベクターの構築に関する事項

1 挿入DNAの供与体に関する事項

(1) 名称、由来及び分類に関する事項

Event DAS-59122-7 に挿入された遺伝子のうち、*cry34Ab1* 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子は、*B. thuringiensis* PS149B1 株に由来する。また、*pat* 遺伝子は、土壌中のグラム陽性放線菌である *S. viridochromogenes* に由来する。

(2) 安全性に関する事項

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子が由来する *B. thuringiensis* は、普遍的に土壌中に存在するグラム陽性菌であり、ヒトや家畜に対し病原性等の問題は報告されていない。

S. viridochromogenes には、ヒト及びその他の動物に対しての病原性は知られていない。(参考文献 8)

2 挿入 DNA または遺伝子 (抗生物質マーカー遺伝子を含む。) 及びその遺伝子産物の性質に関する事

項

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子は、*B. thuringiensis* PS149B1 株からクローニングされた。*pat* 遺伝子は、*S. viridochromogenes* からクローニングされた。挿入 DNA の遺伝要素は表のとおりであり、制限酵素による切断地図、機能等は明らかとなっている。抗生物質耐性マーカー遺伝子は導入されていない。

一般に、*B. t.* タンパク質は、標的昆虫の中腸細胞に存在する特異的な受容体に結合し、細胞に小孔を形成することで、イオンチャネルの透過性を高め、結果的に中腸細胞を破壊し、殺虫効果を示す。ヒトの腸管には、*B. t.* タンパク質に対する受容体が存在しないため、*B. t.* タンパク質に対して、感受性を示さない。*B. t.* タンパク質の安全性については、これまで多くの試験が行われており、ヒト及び家畜に対しては毒性がないことが示されている。(参考文献 9)

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子より産生される *B. t.* タンパク質のうち、*Cry34Ab1* タンパク質は、単独で標的昆虫に殺虫効果を示し、*Cry35Ab1* タンパク質は、単独では殺虫効果を示さないが、*Cry34Ab1* タンパク質の殺虫効果を高めると考えられている。結果として、*Cry34Ab1* タンパク質と *Cry35Ab1* タンパク質が、一緒に存在することで、標的昆虫に対する殺虫活性に相乗効果を示すと考えられている。

3 挿入遺伝子及び薬剤耐性遺伝子の発現に関わる領域に関する事項

(1) プロモーターに関する事項

cry34Ab1 遺伝子には、トウモロコシ由来のユビキチンプロモーターが連結されている。(参考文献 10)

cry35Ab1 遺伝子には、根における発現特異性が知られている小麦由来のペルオキシダーゼプロモーターが連結されている。(参考文献 11)

pat 遺伝子には、カリフラワーモザイクウイルス Strasbourg 株由来の *35S* プロモーターが連結されている。(参考文献 12)

(2) ターミネーターに関する事項

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子には、ばれいしょ由来のプロテアーゼインヒビター II ターミネーターが連結されている。(参考文献 13)

pat 遺伝子には、カリフラワーモザイクウイルス Strasbourg 株由来の *35S* ターミネーターが連結されている。(参考文献 12)

(3) その他

上記プロモーター、ターミネーター以外に挿入遺伝子の発現制御に関わる塩基配列は導入されていない。

4 ベクターへの挿入 DNA の組込方法に関する事項

Event DAS-59122-7 の作出に用いた発現ベクター PHP17662 は、*R. radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*) LBA4404 株由来のプラスミド pSB1 の T-DNA 領域に、*cry34Ab1* 遺伝子発現カセット、*cry35Ab1* 遺伝子発現カセット及び *pat* 遺伝子発現カセットを導入して構築された。

5 構築された発現ベクターに関する事項

- ・ Event DAS-59122-7 は、発現ベクター PHP17662 を用いて作出された。

- ・発現ベクターPHP17662 の塩基数は 50,321bp である。本プラスミドの塩基配列は明らかとなっている。
- ・Event DAS-59122-7 に導入された挿入部位は、PHP17662 の T-DNA に挟まれた領域であるが、その中には、*cry34Ab1* 遺伝子、*cry35Ab1* 遺伝子及び *pat* 遺伝子以外のオープンリーディングフレームは含まれないことが確認されている。
- ・発現ベクターの各要素は純化され、目的外の遺伝子の混入はない。

・遺伝子組換えトウモロコシ Event DAS-59122-7 への挿入 DNA

略 称	機 能
<i>cry34Ab1</i> 遺伝子カセット	
<i>UBI1ZM PRO</i>	プロモーター領域（遺伝子の転写に必要な配列） トウモロコシ由来のユビキチンプロモーター
<i>cry34Ab1</i>	<i>cry34Ab1</i> 遺伝子、B. t. タンパク質産生遺伝子
<i>PINII TERM</i>	ターミネーター領域（遺伝子の発現を終結させるための配列） ばれいしょ由来のプロア-ゼイン比ター-IIターミネーター
<i>cry35Ab1</i> 遺伝子カセット	
<i>TA Peroxidase PRO</i>	プロモーター領域（遺伝子の転写に必要な配列） 小麦由来のペルオキシダーゼプロモーター
<i>cry35Ab1</i>	<i>cry35Ab1</i> 遺伝子、B. t. タンパク質産生遺伝子
<i>PINII TERM</i>	ターミネーター領域（遺伝子の発現を終結させるための配列） ばれいしょ由来のプロア-ゼイン比ター-IIターミネーター
<i>pat</i> 遺伝子カセット	
<i>35S PRO</i>	プロモーター領域（遺伝子の転写に必要な配列） カリフラワーモザイクウイルス由来の 35S プロモーター
<i>pat</i>	<i>pat</i> 遺伝子、グルホシネート除草剤耐性遺伝子
<i>35S TERM</i>	ターミネーター領域（遺伝子の発現を終結させるための配列） カリフラワーモザイクウイルス由来の 35S ターミネーター

6 DNA の宿主への導入方法及び交配に関する事項

発現ベクターPHP17662 を用いて、アグロバクテリウム法により、T-DNA 領域が宿主に導入されている。宿主であるトウモロコシの Hi-II カルスの穂軸から単離した未成熟胚を、プラスミド PHP17662 を保持するアグロバクテリウムとともに 6 日間共存培養し、その後、グルホシネートに耐性があるカルスを選択し、植物体を再生、栽培した。

なお、植物体の生育後、導入遺伝子の有無が PCR 法により、また、Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質の産生が ELISA 法により確認されている。

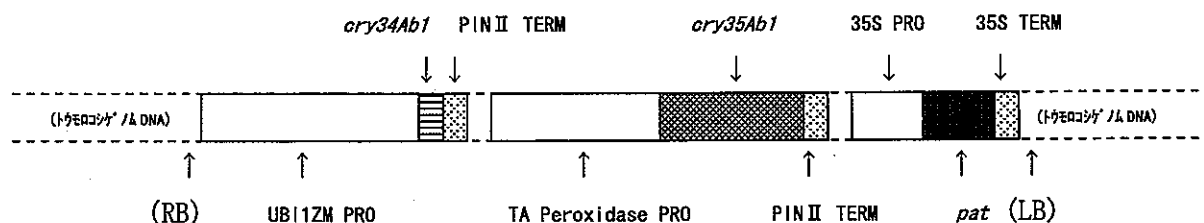
第 6 組換え体に関する事項

1 遺伝子導入に関する事項

(1) コピー数及び挿入近傍配列に関する事項

Event DAS-59122-7 のゲノム中に挿入された *cry34Ab1* 遺伝子、*cry35Ab1* 遺伝子及び *pat* 遺伝子のコピー数と完全性を確認するために、サザンブロット分析を行った結果、PHP17662 の T-DNA 領域中の 3 種類の遺伝子発現カセットが、完全な状態で、トウモロコシゲノム中に 1 コピーずつ導入されていることが確認された。また、挿入近傍配列も明らかとなっている。

・組換えトウモロコシ Event DAS-59122-7 に挿入された DNA (模式図)



(2) オープンリーディングフレームの有無ならびにその転写及び発現の可能性

Event DAS-59122-7 に挿入された T-DNA と発現ベクター PHP17662 の T-DNA 領域の DNA 配列を比較したところ、*cry34Ab1* 遺伝子発現カセットのペルオキシダーゼプロモーター配列のうち 2 塩基が異なっていたが、目的とする Cry34Ab1 タンパク質が適切に産生されていたことから、発現に影響を与えないと結論された。

また、挿入 T-DNA の 5' 末端で 22bp、3' 末端で 25bp の欠失が確認されたが、このような欠失はしばしば起こりうることで報告されており (参考文献 14)、また、遺伝子解析ソフト Vector NTI8.0 を用いた分析により、新たな意図しないオープンリーディングフレームが生じていないことが確認されている (参考文献 15)。

2 遺伝子産物の組換え体内における発現部位、発現時期及び発現量に関する事項

EventDAS-59122-7 の T1S1 世代 (遺伝子導入した組換え当代から 2 世代目。以下同じ) 及び BC1 世代 (遺伝子導入した組換え当代から 4 世代目。以下同じ) の穀粒 (成熟期の植物体より採取) を試料として、ELISA 法により、Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質、PAT タンパク質の穀粒中の発現量が測定された。

分析の結果、T1S1 世代では、乾組織重 1mg 当たり、Cry34Ab1 タンパク質は 34.1-130ng (平均 62.7ng)、Cry35Ab1 タンパク質は 0.67-3.09ng (平均 1.61ng)、PAT タンパク質は測定下限値 (0.100ng/mg 組織重) 未満であった。また、BC1 世代では、Cry34Ab1 タンパク質は 28.9-84.8ng (平均 49.7ng)、Cry35Ab1 タンパク質は 0.48-1.58ng (平均 0.99ng)、PAT タンパク質は測定下限値 (0.06ng/mg 組織重) 未満であった。

3 遺伝子産物 (タンパク質) が一日タンパク摂取量の有意な量を占めるか否かに関する事項

・Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質

「トウモロコシ (玄穀) 及びフライ味付けジャイアントコーン、ポップコーン、コーンフレーク」を含む「とうもろこし・加工品」の日本人一日一人当たりの平均摂取量 0.4g (国民栄養の現状、平成 14 年厚生労働省国民栄養調査結果) を用い、その全てが本トウモロコシ由来であると仮定し、Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質の一日一人当たりの予想摂取量を算出し

たところ、加工による損失が全くない場合、一日最大摂取量は、Cry34Ab1 タンパク質が 19.9 μg 、Cry35Ab1 タンパク質が 0.40 μg となる。

また、日本人の一日一人当たりのタンパク質平均摂取量 72.2g（国民栄養の現状、平成 14 年厚生労働省国民栄養調査結果）に基づき、Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質が一日タンパク摂取量に占める割合を計算したところ、Cry34Ab1 タンパク質の一日最大摂取量 19.9 μg が一日タンパク摂取量に占める割合は 0.27ppm、Cry35Ab1 タンパク質の 0.40 μg については 0.006ppm となり、両タンパク質ともに極めてわずかであることが示された。

・PAT タンパク質

PAT タンパク質は測定下限値未満であったが、仮に乾組織重当たり 0.06ng 産生していると仮定すると、本タンパク質の一日最大予想摂取量は 0.024 μg であり、一日タンパク摂取量に占める割合は、0.0003ppm となり、極めてわずかとなる。

4 遺伝子産物（タンパク質）のアレルギー誘発性

(1) 挿入遺伝子の供与体のアレルギー誘発性

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子の供与体である *B. thuringiensis* PS149B1 株がヒトに対してアレルギー誘発性を持つことは知られていない。

(2) 遺伝子産物（タンパク質）のアレルギー誘発性

cry34Ab1 遺伝子及び *cry35Ab1* 遺伝子が発現する Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質について、ヒトに対するアレルギー誘発性を有するという報告はされていない。

pat 遺伝子が発現する PAT タンパク質についてもこれまでアレルギーを誘発したという報告はない。なお、PAT タンパク質については、これまで多くの評価試験が行われているが、本タンパク質がヒトにアレルギー誘発性を示す可能性は極めて低いと結論されている（参考文献 8）。

(3) 遺伝子産物（タンパク質）の物理化学的処理に対する感受性に関する事項

① 人工胃液による酸処理及び酵素（ペプシン）処理

組換え微生物 (*Pseudomonas fluorescens*) 中で産生させた Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質を人工胃液中で処理し、SDS-PAGE 及びウェスタンブロット分析を行ったところ、Cry34Ab1 タンパク質ではその 90% が 6.3 分～6.8 分で、また、Cry35Ab1 タンパク質ではその 97% が 5 分以内で消化された。本試験における消化時間は、ペプシン飽和状態下 (0.32%)、pH1.2、37℃でのタンパク質の消化性を、反応速度理論に基づき計算されたものである（参考文献 16、17）。

なお、消化性の良い RUBISCO タンパク質、消化性の悪い大豆トリプシンインヒビターのタンパク質も含め、Cry34Ab1 タンパク質、Cry35Ab1 タンパク質の消化性について、他のタンパク質と同じ条件下で 90% 消化性を比較したところ、Cry34Ab1 タンパク質については、中程度の消化時間を要したが、Cry35Ab1 タンパク質については、消化に特段の時間を要するとは認められなかった。（参考文献 18）

② 人工腸液によるアルカリ処理及び酵素（パンクレアチン）処理

B. t. タンパク質のコアタンパク部分はトリプシン耐性であり、人工腸液中では消化されにくいことが知られているが、組換え微生物 (*Pseudomonas fluorescens*) 中で産生させた Cry34Ab1 タンパク質を人工腸液中で処理したところ、ウェスタンブロット分析の結果では、240 分経過

後でもバンドが検出された。また、Cry35Ab1 タンパク質は、80 分後には消化されたことが示された。(参考文献 19, 20)

③ 加熱処理に対する感受性

デント種のトウモロコシの加工・調理工程を想定して、50℃、48 時間、さらに 100℃、5 分間の加熱処理を行って、SDS-PAGE 及び ELISA 法により分析したところ、分子量に変化はなかったが、免疫反応性はほぼ消失することが示された。(参考文献 21)

(4) 遺伝子産物 (タンパク質) と既知のアレルゲン (グルテン過敏性腸疾患に関するタンパク質を含む。以下、アレルゲン等) との構造相同性

Cry34Ab1 タンパク質と Cry35Ab1 タンパク質について、既知アレルゲンとの構造相同性を確認するため、公開データベース (Swiss-Prot、TrEMBL、NCRI、PIR 等) に登録されている配列情報をもとにデータベースを構築し、アミノ酸配列を比較するとともに、Cry34Ab1 タンパク質と Cry35Ab1 タンパク質のアミノ酸配列について、データベース中のタンパク質との間に 8 つの連続するアミノ酸残基の同一性がないかを検索ソフト FINDPATTERNS で検索した結果、完全に一致するものはなかった。また 80 残基の範囲で 35%以上の相同性を示すタンパク質について、検索ソフト FASTA を用いた検索も行ったが、相同性は検出されなかった。

以上のことから、Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質は、既知アレルゲン及びグルテン過敏性腸疾患に関与するタンパク質との間に一次構造において相同性を有しないと判断された。

なお、PAT タンパク質については、これまでに多くの評価がなされてきており、OECD バイオテクノロジーの規制監督の調和に関する作業グループが作成したコンセンサス文書にまとめられた PAT タンパク質のアレルギー誘発性に関する評価試験結果では、本タンパク質ならびにその供与体にアレルギー誘発性が知られていないこと、人工胃液中で 15 秒以内に消化されること、哺乳類の胃内環境を模した条件下では 1 分以内に失活すること、データベース GENBANK に登録されている既知アレルゲンとアミノ酸配列の相同性を示さないこと、加熱、酸性環境下で速やかに変性することが報告されている (参考文献 8)。

(1) ～ (4) 及び前項 3 の結果から総合的に判断し、Cry34Ab1 タンパク質、Cry35Ab1 タンパク質及び PAT タンパク質については、アレルギー誘発性を示唆するデータがないことを確認した。

5 組換え体に導入された遺伝子の安定性

Event DAS-59122-7 の T1S1 世代及び BC1 ハイブリッドとの雑種第 1 代世代の各 4 個体について、サザンブロット分析したところ、3 種類の遺伝子発現カセットが安定して後代品種に遺伝することが示された。(参考文献 15)

6 遺伝子産物 (タンパク質) の代謝経路への影響

Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質は、他の *B. thuringiensis* の Cry タンパク質と同様に、植物体内で酵素として働くことは報告されていない。(参考文献 8)

PAT タンパク質は、除草剤グルホシネートの活性成分である L-グルホシネートに対して高い基質特異性を有し、L-グルホシネートの光学異性体である D-グルホシネートをも基質としないこと

が報告されている。(参考文献 8)

以上から、これら遺伝子産物が、宿主であるトウモロコシの代謝経路に影響を及ぼす可能性は極めて低いと考察した。

7 宿主との差異に関する事項

Event DAS-59122-7 及び宿主であるトウモロコシの穀粒について、主要構成成分、脂肪酸組成、アミノ酸組成、ミネラル類、ビタミン類、栄養阻害物質、その他特定成分の分析、比較を行った。

主要構成成分についてタンパク質、脂質、繊維質、灰分及び炭水化物を分析したところ、タンパク質および灰分以外の成分では、Event DAS-59122-7 と非組換え対照品種との間に統計学的な有意差は認められなかった。また、タンパク質及び灰分についても、文献値の範囲内であった。(参考文献 1, 2, 3, 4, 22)

脂肪酸組成について、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸を分析したところ、オレイン酸を除き、統計学的有意差が認められたが、いずれも文献値の範囲内であった。(参考文献 1, 4, 22, 23)

アミノ酸 18 種類について測定したところ、トリプトファン、イソロイシン、ヒスチジン、バリン、ロイシン、アルギニン、フェニルアラニン、プロリン、チロシンについて統計学的な有意差が認められたが、いずれも文献値の範囲内であった。(参考文献 1, 3, 4, 22, 23, 24)

ミネラル類について、カルシウム、カリウム、銅、鉄、マグネシウム、マンガン、リン、ナトリウム、亜鉛を測定したところ、カルシウムを除き統計学的な有意差は認められなかった。また、カルシウムについても、文献値の範囲内であった。(参考文献 1, 2, 3, 4, 22)

ビタミン類について、 β -カロチン (ビタミン A)、ビタミン B1、ビタミン B2、葉酸、 α -トコフェロール (ビタミン E) を測定したところ、葉酸及び α -トコフェロール以外のビタミンには統計学的な有意差は認められなかった。また、葉酸及び α -トコフェロールについても、文献値の範囲内であった。(参考文献 1, 2, 3, 4, 22)

栄養阻害物質であるフィチン酸及びトリブシンインヒビターの分析を行ったところ、フィチン酸及びトリブシンインヒビターとも統計学的な有意差は認められなかった。(参考文献 1, 2, 3, 4, 22)

ラフィノース及びイノシトール、フルフラール、p-クマル酸、フェルラ酸についても分析を行ったが、フルフラールについては、いずれのサンプルからも検出されなかった。その他の成分については、統計学的な有意差は認められなかった。(参考文献 1, 2, 3, 4, 22)

8 諸外国における認可、食用等に関する事項

米国においては、2003 年 10 月 31 日に米国環境保護庁 (EPA) に植物農薬登録申請を行い、その諮問機関 (Scientific Advisory Panel) で、2005 年 3 月に安全性の確認が終了した。また、2003 年 12 月 11 日に米国食品医薬品局 (FDA) と食品及び飼料としての安全性に関する協議を開始し、2004 年 10 月 4 日付けで承認が得られている。

2003 年 12 月 18 日、米国農務省 (USDA) の動植物検疫局 (APHIS) に無規制栽培許可の申請を行った。

また、カナダにおいては、2004 年 4 月 7 日にカナダ保健省 (Health Canada) に新規食品としての安全性確認申請を、また、カナダ食品検査庁 (Canadian Food Inspection Agency) に飼料

としての安全性確認及び環境放出の許可申請を行った。

さらに、オーストラリア及びニュージーランド(2004年7月)、韓国(2004年9月)、台湾(2004年9月)、南アフリカ(2005年2月)において、本組換えトウモロコシの食品の安全性に係る申請が行われた。EUには、2005年1月に輸入のための申請が行われ、栽培に関する申請も2005年中に行う予定とのことである。

9 栽培方法に関する事項

EventDAS-59122-7 と従来のトウモロコシの栽培方法の違いは、コウチュウ目害虫の防除に必要な薬剤の使用が軽減できること及び生育期間を通じて除草剤グルホシネートを利用できる点であり、それ以外は従来と同じである。

10 種子の製法及び管理方法に関する事項

EventDAS-59122-7 の種子の製法及び管理方法については、従来のトウモロコシ品種と同じである。

第7 第2から第6までの事項により安全性の知見が得られていない場合に必要な事項

第2から第6までの安全性に関する事項に加え、次に示された急性毒性試験及び亜急性毒性試験のデータを確認した。

1. 急性毒性に関する試験

Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質が急性毒性を示さないことを確認するため、組換え微生物 *Pseudomonas fluorescens* で産生させた Cry34Ab1 タンパク質 2,700mg/kg、または、Cry35Ab1 タンパク質 1,850mg/kg を、生後2ヶ月の雄マウス各5匹に単回強制経口投与したところ、試験終了時(摂取2週間後)まで何ら臨床症状は認められず、病理学的所見も認められなかった。(参考文献 25, 26, 27)

なお本投与量は、加工損失がないと仮定して、体重 50kg の日本人が、トウモロコシからタンパク質を摂取すると考えられる一日最大予想摂取量に換算すると、Cry34Ab1 タンパク質はその約 678 万倍、Cry35Ab1 タンパク質はその約 2 億 3,000 万倍に相当する。(参考文献 25, 26, 27)

さらに Cry34Ab1 タンパク質及び Cry35Ab1 タンパク質を、等モル比(1:3)になるように混合し、2つのタンパク質を一緒にマウスに強制経口投与したところでも、臨床症状や病理学的所見は認められなかった。なお、このときの投与量は、Cry34Ab1 タンパク質 482mg/kg、Cry35Ab1 タンパク質 1,520mg/kg に相当する。(参考文献 25, 26, 27)

2. 亜急性毒性に関する試験

Cry34Ab1 及び Cry35Ab1 タンパク質が、哺乳類に対して亜急性毒性を示さないことを確認するため、トウモロコシ EventDAS-59122 の割合を 35%になるように調整した飼料をラット(雄、雌各 12 匹)に対し 90 日間与えたところ、試験終了時に有意な毒性影響及び病理学的知見は観察されなかった。(参考文献 28)

IV 評価結果

遺伝子組換えトウモロコシ(コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性トウモロコシ

B. t. Cry34/35Ab1 Event DAS-59122-7) については、「遺伝子組換え食品（種子植物）の安全性評価基準」に基づき評価した結果、ヒトの健康を損なうおそれはないものと判断された。

V 参考文献

1. Watson SA. Corn: Amazing maize. General Properties. CRC Handbook of Processing and Utilization in Agriculture, vol II, Part 1 Plant Products. Wolf IA. (ed.) (1982) 3-29. CRC Press Inc., Florida.
2. Watson SA. Structure and Composition. Corn: Chemistry and Technology. Watson SA. Ransted PE. (eds.) (1987) 53-82. American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota.
3. OECD. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 6: Consensus document on compositional considerations for new varieties of maize (*Zea mays*): Key food and feed nutrients, anti-nutrients and secondary plant metabolites. ENV/JM/MONO(2002)25. (2002)
4. ILSI (International Life Sciences Institute). ILSI Crop Composition Database (<http://www.cropcomposition.org>). Accessed 8/12/2003.
5. White PJ, Pollack LM. Corn as a food source in the United States: Part II. Processes, Products, Composition and Nutritive Values. *Cereal Foods World*. (1995) 40: 756-762.
6. Moneret-Vautrin Kanny G. Beaudouin E. L'allergie alimentaire au maïs existe-t-elle? *Allerg Immunol*. (1998) 30:230
7. Hefle SL, Nordlee JA, Taylor SL. Allergenic Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. (1996) 36(S): S69-S89.
8. OECD. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 11: Consensus document on general information concerning the genes and their enzymes that confer tolerance to phosphinothricin herbicide. ENV/JM/MONO(99)13. (1999)
9. MacKenzie D, McLean M. Who's afraid of GM feed? *FEED MIX* (2002) 10(3): 16-19.
10. Christensen AH, Sharrock RA, Quail PH. Maize polyubiquitin genes: Structure, thermal perturbation of expression and transcript splicing, and promoter activity following transfer to protoplasts by electroporation. *Plant Mol. Biol.* (1992) 18: 675-689.
11. Hertig C, Rebmann G, Bull J, Mauch, F, Dudler R. Sequence and tissue specific expression of a putative peroxidase gene from wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Mol. Biol.* (1991) 16: 171-174.
12. Hohn T, Richards K, Genevieve-Lebeurier. Cauliflower mosaic virus on its way to becoming useful plant vector. *Current Topics in Microbiology and Immunology*. (1982) 96: 194-236.
13. An G, Mitra A, Choi HK, Costa M, An K, Thornburg RW, Ryan CA. Functional analysis of the 3' control region of the potato wound-inducible protease inhibitor II gene. *Plant Cell*. (1989) 1: 115-122.
14. Tinland, B. The integration of T-DNA into plant genomes. *Trends in Plant Science*. (1996) 1: 178-184.

15. Locke ME, Weber N, Igo E, Dietrich N, Cressman RF, Luckring AK, Sanders CD, Hunt SL, Coats I. Summary of molecular characterization for corn rootworm-protected corn event DAS-59122-7. (社内報告書).(2004)
16. Herman RA, Scherer PN, Young DL, Mihaliak CA, Meade T, Woodworth AT, Stockhoff BA, Narva KE. Binary insecticidal crystal protein from *Bacillus thuringiensis*, strain PS149B1: Effects of individual protein components and mixtures in laboratory bioassays. *J.Econ.Entomol.* (2002) 95:635-639.
17. Herman RA, Schafer BW, Korjagin VA. Ernest Rapid Digestion of Cry34Ab1 and Cry35Ab1 in Simulated Gastric Fluid. *J.Agricultural and Food Chemistry.* (2003)51:6823-6827.
18. Futagami S, Commuri P. Digestion of Cry34Ab1 Protein in Simulated Gastric Fluid at 0.01mM Protein Concentration. (社内報告書).(2005)
19. Korjagin VA, Herman RA, Green SB. *In Vitro* Simulated Intestinal Fluid Digestibility Study of Recombinant Cry34Ab1. (社内報告書).(2003)
20. Korjagin VA, Herman RA, Green SB. *In Vitro* Simulated Intestinal Fluid Digestibility Study of Recombinant Cry35Ab1. (社内報告書).(2003)
21. Shan G, Schafer BW. Heat Lability of Insecticidal Crystal Proteins Cry34Ab1 and Cry35Ab1. (社内報告書).(2003)
22. Essner R, Coats I. Quantitative ELISA and Nutrient Composition Analysis of Hybrid Maize Line DAS-59122-7 Containing the *cry34Ab1*, *cry35Ab1*, and *pat* Genes: Chile Location. (社内報告書).(2004)
23. Iowa Gold Catalog 1997. Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship. 1996 Catalog.
24. Iowa Gold Catalog 1994. Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship. 1993 Catalog.
25. Brooks KJ, DeWildt PM. PS149B1 14 KDA AND 44KDA PROTEINS: ACUTE ORAL TOXICITY STUDY IN CD-1 MICE. (社内報告書).(2000)
26. Brooks KJ, DeWildt PM. PS149B1 44KDA PROTEIN: ACUTE ORAL TOXICITY STUDY IN CD-1 MICE (社内報告書).(2000)
27. Brooks KJ, DeWildt. PS149B1 14KDA PROTEIN: ACUTE ORAL TOXICITY STUDY IN CD-1 MICE (社内報告書).(2000)
28. Staley J, Delaney B. Subchronic Toxicity of DAS-59122-7 Maize Grain in Sprague-Dawley Rats (社内報告書).(2004)

遺伝子組換え食品等評価書

除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性
トウモロコシMON88017系統

2005年9月

食品安全委員会 遺伝子組換え食品等専門調査会

目 次

	頁
○ 審議の経緯	1
○ 食品安全委員会委員名簿	1
○ 食品安全委員会遺伝子組換え食品等専門調査会専門委員名簿	1
○ 除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシMON88017系統 に係る食品健康影響評価に関する審議結果	2
Ⅰ. はじめに	2
Ⅱ. 評価食品の概要	2
Ⅲ. 食品健康影響評価	2
第1 安全性評価において比較対象として用いる宿主等の性質及び組換え体との相違に関 する事項	2
1 宿主及び導入DNAに関する事項	2
2 宿主の食経験に関する事項	3
3 宿主由来の食品の構成成分等に関する事項	3
4 宿主と組換え体との食品としての利用方法及びその相違に関する事項	3
5 宿主以外のものを比較対象に追加している場合、その根拠及び食品としての性質に関 する事項	3
6 安全性評価において検討が必要とされる相違点	3
第2 組換え体の利用目的及び利用方法に関する事項	4
第3 宿主に関する事項	4
1 分類学上の位置付け（学名、品種名及び系統名等）	4
2 遺伝的先祖並びに育種開発の経緯に関する事項	4
3 有害生理活性物質の生産に関する事項	4
4 アレルギー誘発性に関する事項	4
5 病原性の外来因子（ウイルス等）に汚染されていないことに関する事項	4
6 安全な摂取に関する事項	4
7 近縁の植物種に関する事項	5
第4 ベクターに関する事項	5
1 名称及び由来に関する事項	5
2 性質に関する事項	5
第5 挿入DNA、遺伝子産物、並びに発現ベクターの構築に関する事項	5
1 挿入DNAの供与体に関する事項	5
2 挿入DNA又は遺伝子（抗生物質耐性マーカー遺伝子を含む）及びその遺伝子産物の性 質に関する事項	5
3 挿入遺伝子及び薬剤耐性遺伝子の発現に関わる領域に関する事項	6

4	ベクターへの挿入 DNA の組込方法に関する事項	6
5	構築された発現ベクターに関する事項	6
6	DNA の宿主への導入方法及び交配に関する事項	7
第 6	組換え体に関する事項	7
1	遺伝子導入に関する事項	7
2	遺伝子産物の組換え体内における発現部位、発現時期及び発現量に関する事項	8
3	遺伝子産物（タンパク質）が一日タンパク摂取量の有意な量を占めるか否かに関する事項	8
4	遺伝子産物（タンパク質）のアレルギー誘発性に関する事項	9
5	組換え体に導入された遺伝子の安定性に関する事項	10
6	遺伝子産物（タンパク質）の代謝経路への影響に関する事項	10
7	宿主との差異に関する事項	11
8	諸外国における認可、食用等	11
9	栽培方法	11
10	種子の製法及び管理方法	12
第 7	第 2 から第 6 までにより安全性の知見が得られていない場合に必要事項	12
IV	評価結果	12
V	参考文献	12

〈審議の経緯〉

平成16年12月6日	厚生労働大臣から遺伝子組換え食品の安全性確認に係る 食品健康影響評価について要請、関係書類の接受
平成16年12月9日	第73回食品安全委員会（要望事項説明）
平成17年1月24日	第21回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年4月25日	第26回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年6月17日	第28回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年8月1日	第30回遺伝子組換え食品等専門調査会
平成17年8月18日	第107回食品安全委員会（報告）
平成17年8月18日～9月14日	国民からの意見・情報の募集
平成17年9月30日	遺伝子組換え食品等専門調査会座長から食品安全委員会委 員長へ報告

〈食品安全委員会委員〉

委員長	寺田雅昭
委員長代理	寺尾允男
	小泉直子
	坂本元子
	中村靖彦
	本間清一
	見上 彪

〈食品安全委員会遺伝子組換え食品等専門調査会専門委員〉

座 長	早川堯夫	
座長代理	澤田純一	
	五十君静信	手島玲子
	池上幸江	丹生谷博
	今井田克己	日野明寛
	宇理須厚雄	室伏きみ子
	小関良宏	山川隆
	澁谷直人	山崎壮
		渡邊雄一郎

除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ MON88017系統に係る食品健康影響評価に関する審議結果

I はじめに

食品安全委員会は食品安全基本法に基づき、厚生労働省より、除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ MON88017 系統の安全性の審査に係る食品健康影響評価について意見を求められた。(平成 16 年 12 月 6 日、関係書類を接受)

II 評価対象食品の概要

名 称 : 除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ
MON88017 系統
性 質 : 除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性
申請者 : 日本モンサント株式会社
開発者 : Monsanto Company (米国)

遺伝子組換えトウモロコシ「除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ MON88017 系統 (以下、「MON88017 系統」という) は、*Agrobacterium* sp. CP4 株に由来する改変 *cp4 epsps* 遺伝子及びグラム陽性菌 *Bacillus thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* (B. t. k) に由来する改変 *cry3Bb1* 遺伝子を導入して作成され、除草剤グリホサートの影響を受けずに生育し、コーンルートワーム (corn rootworm: *Coleoptera*, *Diabrotica* sp.) を防除することができるトウモロコシである。

本食品の宿主であるトウモロコシ (デント種) は、主に飼料として利用されるが、食品としてもコーン油やでんぷん等に幅広く用いられている。

III 食品健康影響評価

第1 安全性評価において比較対象として用いる宿主等の性質及び組換え体との相違に関する事項

1 宿主及び導入DNAに関する事項

(1) 宿主の種名及び由来

宿主植物として用いたトウモロコシ *Zea mays* L. は、イネ科トウモロコシ属トウモロコシのデント種のものである。

(2) DNA供与体の種名及び由来

MON88017 系統に挿入された改変 *cp4 epsps* 遺伝子は、*Agrobacterium* sp. CP4 株から単離された *cp4 epsps* 遺伝子の塩基配列に変更を加えたものである。また、改変 *cry3Bb1* 遺伝子は、*B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* から単離された *cry3Bb1* 遺伝子の塩基配列に変更を加えたものである。

(3) 導入DNAの性質及び導入方法

組換えトウモロコシのゲノムに組み込まれた改変 *cp4 epsps* 遺伝子及び改変 *cry3Bb1* 遺伝子は、

除草剤グリホサート耐性を付与するタンパク質及びコウチュウ目害虫（コーンルートワーム）に対する殺虫活性を付与するタンパク質（B. t. タンパク質）を発現させる。デント種トウモロコシである遺伝子導入用交配雑種に、*cp4 epsps* 遺伝子及び改変 *cry3Bb1* 遺伝子を含むプラスミド・ベクターPV-ZMIR39 を用いてアグロバクテリウム法により導入した。

2 宿主の食経験に関する事項

宿主のトウモロコシ（デント種、イネ科トウモロコシ属）は、小麦、稲と並ぶ三大穀物であり、紀元前から食されており、現在、世界中で栽培されている（参考文献 1）。2000 年における全世界の生産量は約 5 億 9 千万トンである（参考文献 2）。

3 宿主由来の食品の構成成分等に関する事項

(1) 宿主の可食部分の主要栄養素等（タンパク質、脂質等）の種類及びその量

トウモロコシ（デント種）の穀粒中の主要栄養組成はタンパク質 6-16.1%、脂質 2.48-5.7%、繊維 10.99-11.41%、灰分 0.89-6.28%、炭水化物 77.4-88.1%と報告されている（文献値）。

(2) 宿主に含まれる毒性物質・栄養阻害物質等の種類及びその量の概要

宿主であるトウモロコシ（デント種）には、ヒトの健康に悪影響を与える毒性物質・栄養阻害物質の産生性は知られていない（参考文献 3）。

4 宿主の組換え体の食品としての利用方法及びその相違に関する事項

(1) 収穫時期（成熟程度）と貯蔵方法

MON88017 系統の収穫時期及び貯蔵方法は、従来のトウモロコシと変わらない。

(2) 摂取（可食）部位

MON88017 系統の可食部位は、従来のトウモロコシと変わらない。

(3) 摂取量

MON88017 系統の摂取量は、従来のトウモロコシと変わらない。

(4) 調理及び加工方法

MON88017 系統の調理及び加工方法は、従来のトウモロコシと変わらない。

5 宿主以外のものを比較対象に追加している場合、その根拠及び食品としての性質に関する事項

宿主以外のものは比較対象としていない。

6 安全性評価において検討が必要とされる相違点

MON88017 系統において、改変 *cp4 epsps* 遺伝子カセット及び改変 *cry3Bb1* 遺伝子カセットの導入により、改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質が産生されていることが、宿主との唯一の相違点である。

以上、1～6 により、MON88017 系統の安全性評価においては、既存のトウモロコシとの比較が可能であると判断された。

第2 組換え体の利用目的及び利用方法に関する事項

MON88017 系統のゲノムに組み込まれた改変 *cp4 epsps* 遺伝子は、改変 CP4 EPSPS タンパク質を産生し、除草剤グリホサートの作用を不活化し、植物の枯死（除草作用）を妨げる。この作用により、グリホサート耐性組換え植物は、その栽培中にグリホサートを散布しても影響を受けずに作物の成長を続ける一方、耐性を持たない一般の雑草の防除をすることが可能となる。

改変 *cry3Bb1* 遺伝子は、改変 Cry3Bb1 タンパク質を産生し、コウチュウ目害虫であるコーンルートワーム (corn rootworm: *Coleoptera, Diabrotica* sp.) に対して抵抗性を示し、本害虫の防除を可能にする。

第3 宿主に関する事項

1 分類学上の位置付け（学名、品種及び系統名等）

宿主植物として用いたトウモロコシは、デント種トウモロコシの交雑種である。

2 遺伝的先祖並びに育種開発の経緯に関する事項

トウモロコシの原産地は、決定的な説はないが、メキシコ、あるいはグアテマラと考えられている。植物学的には、育種の過程でブタモロコシ ((*teosinte, Zea mexicana*) から派生したとする説が有力とされている（参考文献 4, 5, 6）。

3 有害生理活性物質の生産に関する事項

トウモロコシには、有害生理活性物質の産生性は知られていない（参考文献 3）。

4 アレルギー誘発性に関する事項

トウモロコシは重要なアレルギー誘発食品であるとは考えられておらず（参考文献 7）、アレルギーの報告例は少なく、数件（参考文献 8, 9）が報告されているが、いずれの場合もアレルゲンは特定されておらず、稀なアナフィラキシーの事例等とされている。

最近になって、Pasterollo は lipid transfer protein (LTP) が、トウモロコシの主なアレルゲンであると示唆する報告をしている（参考文献 10, 11）。この感作は主に南ヨーロッパで認められている症状であり、また、トウモロコシの LTP への感作を起こした患者は、LTP を含む他の野菜にも感作反応を起こす可能性が高いと考察されている。

5 病原性の外来因子（ウイルス等）に汚染されていないことに関する事項

多くの植物と同様に、トウモロコシの病気は多く知られているが、それらが人や動物に感染することは知られていない。

6 安全な摂取に関する事項

トウモロコシは、米、小麦とともに、世界の主要な穀物の一つであり、古くから食されている。我が国では 2003 年、でん粉製造用としておよそ 359 万トン、その他の製造用原料としておよそ 83 万トンのトウモロコシを輸入している。（参考文献 12）

一方、飼料としては、2003 年に約 1,186 万トンが配合飼料の原料として用いられており、2003 年の輸入量は、約 1,239 万トンであり、その約 93% は米国から輸入されている。（参考文献 12, 13）

7 近縁の植物種に関する事項

トウモロコシの近縁種には、*Tripsacum* 属及び *Zea* 属のブタモロコシがある。トウモロコシと自然交雑が可能なのはブタモロコシのみで *Tripsacum* 属との自然交雑は知られていない（参考文献7）。我が国では、*Tripsacum* 属の野生種及びブタモロコシは報告されていない（参考文献14, 15）。

第4 ベクターに関する事項

1 名称及び由来に関する事項

MON88017 系統の作出に用いられたプラスミド PV-ZMIR39 は、中間体プラスミド A～D を用いて作出されている。

これらのプラスミドは、いずれも *Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*) あるいは非病原性の *Escherichia coli* 由来のプラスミドから作製されたものである。

2 性質に関する事項

中間体として用いられたプラスミド A～D の制限酵素切断地図は明らかとなっており、また、これらのプラスミドからベクター PV-ZMIR39 の構築のために用いた各構成要素の機能は明らかとなっている。

第5 挿入 DNA、遺伝子産物、並びに発現ベクターの構築に関する事項

1 挿入 DNA の供与体に関する事項

(1) 名称、由来及び分類に関する事項

MON88017 系統に導入された遺伝子のうち、改変 *cp4 epsps* 遺伝子は、*Agrobacterium* sp. CP4 株に由来する。また、改変 *cry3Bb1* 遺伝子は、*B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* (*B. t. K*) に由来する。

(2) 安全性に関する事項

改変 *cp4 epsps* 遺伝子が由来する *Agrobacterium* sp. は、土壤中及び植物の根圏に存在するグラム陰性菌の 1 つである。*Rhizobium* (*Agrobacterium*) はヒトや家畜に対し病原性等の問題は報告されていない。

改変 *cry3Bb1* 遺伝子が由来する *B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* (*B. t. K*) は、土壤中に一般的に存在するグラム陽性菌であり、ヒトや家畜に対し病原性等の問題は報告されていない。

2 挿入 DNA または遺伝子（抗生物質マーカー遺伝子を含む。）及びその遺伝子産物の性質に関する事項

改変 *cp4 epsps* 遺伝子は、*Agrobacterium* sp. CP4 株からクローニングされた *cp4 epsps* 遺伝子の遺伝子産物の植物中での発現量を高めるために改変したものである。また、改変 *cry3Bb1* 遺伝子は、*B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* (*B. t. K*) からクローニングされた *cry3Bb1* 遺伝子の遺伝子産物の殺虫活性を増強するために改変したものである。挿入 DNA の遺伝要素は表のとおりであり、制限酵素による切断地図、機能等は明らかとなっている。

3 挿入遺伝子及び薬剤耐性遺伝子の発現に関わる領域に関する事項

(1) プロモーターに関する事項

プラスミド PV-ZMIR39 の 2 つの遺伝子発現カセットのうち、改変 *cp4 epsps* 遺伝子発現カセットのプロモーターは、イネ由来のアクチン 1 遺伝子の P-ract1 (ライスアクチン 1 プロモーター) (参考文献 16) であり、改変 *cry3Bb1* 遺伝子発現カセットのプロモーターは、カリフラワーモザイクウイルス (CaMV) 由来の P-e35S (e35S プロモーター) (参考文献 17) である。

(2) ターミネーターに関する事項

プラスミド PV-ZMIR39 の 2 つの遺伝子発現カセットのうち、改変 *cp4 epsps* 遺伝子発現カセットのターミネーターは、*Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*) 由来のノパリン合成遺伝子の 3' 末端非翻訳領域である NOS 3' である。改変 *cry3Bb1* 遺伝子発現カセットのターミネーターは、コムギ由来の熱ショックタンパク質 17.3 の 3' 末端非翻訳領域である tahsp17 3' である。

(3) その他

プラスミド・ベクター中に、ヒト及び家畜に有害であることが知られているタンパク質をコードする DNA 配列は存在しない。

4 ベクターへの挿入 DNA の組込方法に関する事項

MON88017 系統の作出に用いた発現ベクター PV-ZMIR39 は、大腸菌の pUC119 由来の発現ベクターに組み込まれた改変 *cry3Bb1* 遺伝子カセットを、大腸菌由来の pUC119 由来のカナマイシン耐性を付与する発現ベクターに組み込み、さらに改変 *cry3Bb1* 遺伝子発現カセットを、pBR322 由来であらかじめ改変 *cp4 epsps* 遺伝子発現カセットが組み込まれたベクターへ連結して構築された。

5 構築された発現ベクターに関する事項

- ・ MON88017 は、発現ベクター PV-ZMIR39 を用いて作出された。
- ・ 発現ベクター PV-ZMIR39 の塩基数は 12,368bp であり、本プラスミドの塩基配列、制限酵素による切断地図は明らかとなっている。
- ・ PV-ZMIR39 の各構成要素の機能は既に明らかになっており、既知の有害塩基配列を含まない。
- ・ 発現ベクター上での意図する発現領域は、左側境界領域から時計回りに右側境界領域までである。
- ・ 導入遺伝子の大きさ、由来並びに塩基配列は明らかになっている。

・ MON88017 系統への挿入 DNA

略 称	機 能
改変 <i>cp4 epsps</i> 遺伝子カセット	
P-ract	プロモーター領域 (遺伝子の転写に必要な配列) イネ由来のアクチン 1 遺伝子のプロモーター領域
ract1 intron	イネ由来アクチン遺伝子のイントロン
CTP2	シロイヌナズナ由来で、EPSPS タンパク質の N 末端側に存在する葉緑体に輸送するペプチド部分をコードする塩基配列。

改変 <i>cp4 epsps</i>	<i>Agrobacterium</i> sp. CP4 株由来の 5-エノルピルリン酸-3-リン酸合成酵素遺伝子
NOS3'	<i>R. radiobacter</i> (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>) T-DNA 由来のノバリン合成酵素 (NOS) 遺伝子のターミネーター領域
改変 <i>cry3Bb1</i> 遺伝子カセット	
P-e35S	プロモーター領域 (遺伝子の転写に必要な配列) カリフラワーモザイクウイルス (CaMV) のプロモーター領域
wt CAB leader	コムギ葉緑素 a/b 結合タンパク質遺伝子の 5' 末端非翻訳リーダー領域
rac1 intron	イネ由来アクチン遺伝子のイントロン
改変 <i>cry3Bb1</i>	<i>B. thuringiensis</i> 由来の、改変 Cry3Bb1 タンパク質をコードする遺伝子
tahsp17 3'	ターミネーター領域 (遺伝子の発現を終結させるための配列) コムギ熱ショックタンパク質 17.3 のターミネーター領域

6 DNA の宿主への導入方法及び交配に関する事項

宿主への導入にはアグロバクテリウム法を用い、発現ベクターPV-ZMIR39 の T-DNA 領域が宿主に導入されている。

導入後は、グリホサートを含む培地上で形質転換カルスを選抜して再生個体を得た。再生個体について、改変 Cry3Bb1 タンパク質の発現を ELISA 分析により検定し、グリホサート耐性とコウチュウ害虫抵抗性が付与された系統を選抜した。

第6 組換え体に関する事項

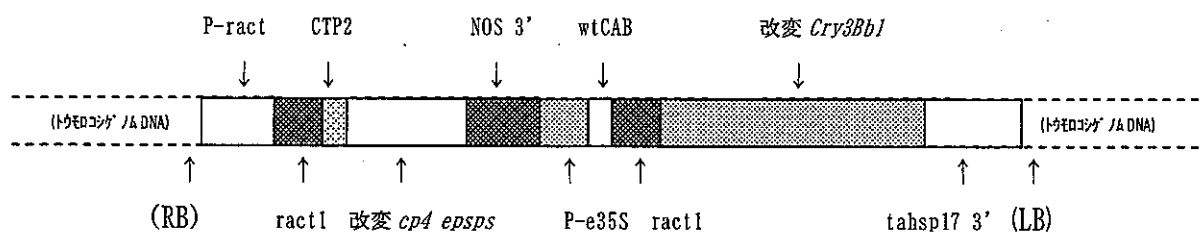
1 遺伝子導入に関する事項

(1) コピー数及び挿入近傍配列に関する事項

MON88017 系統のゲノム中に挿入された改変 *cp4 epsps* 遺伝子並びに改変 *cry3Bb1* 遺伝子の挿入箇所数、コピー数、挿入遺伝子発現カセットの完全性及び外側骨格配列の有無を確認するために、サザンブロット分析を行った結果、MON88017 系統の T-DNA 領域中の 1 箇所に 2 種類の遺伝子発現カセットが完全な状態でそれぞれ 1 コピーずつ導入されていることが確認された。また、プラスミド外骨格は検出されなかった。

なお、挿入近傍配列も明らかとなっている。

・組換えトウモロコシ MON88017 系統に挿入された DNA (模式図)



(2) オープンリーディングフレームの有無ならびにその転写及び発現の可能性

サザンブロット分析及びPCR分析の結果、MON88017 系統中には改変 *cp4 epsps* 遺伝子発現カセット及び改変 *cry3Bb1* 遺伝子発現カセットを含むプラスミド PV-ZMIR39 の T-DNA 領域 1 コピーのみが導入されており、その他の遺伝子断片は導入されていないことが確認されていることから、目的以外のタンパク質を発現するオープンリーディングフレームは含まれていないと考えられたが、MON88017 系統の挿入遺伝子の 5' 末端及び 3' 末端に PCR 産物の DNA 配列と一致しない 19bp 及び 1bp 配列がそれぞれ隣接していることが判明した。

目的外のタンパク質が発現する可能性のあるオープンリーディングフレームについて、挿入遺伝子周辺の植物ゲノムの DNA 配列 (5' 末端は 103bp、3' 末端は 221bp) を DDBJ を含む GenBank を用いて BLASTN 法により、検索した。転写することが既知の配列および機能を有すると推定される配列と比較したところ、e value が 1×10^{-30} 以下の高い相同性を持つ配列は存在せず、挿入遺伝子がトウモロコシ・ゲノム中に存在する遺伝子を破壊している可能性は低いと考えられた。また、現時点においては機能が不明もしくは機能を有すると推測されていない配列と比較したところ、e value が 1×10^{-30} 以下の高い相同性を持つ配列は 5' 末端の近傍配列で 30 個、3' 末端の近傍配列で 10 個の配列が見つかった。しかし、仮にこれら配列を含む領域が発現・翻訳されたと仮定して、フレームシフトも想定してこの推定上のオープンリーディングフレーム (ORF) と既知のアレルゲンあるいは毒素の配列との相同性を検索した結果、有意な相同性を有するものは見いだされることが確認された。

2 遺伝子産物の組換え体内における発現部位、発現時期及び発現量に関する事項

改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質の組換え体及び非組換え体中の発現量を測定した。

2000 年に行った栽培試験において、3 箇所のほ場からそれぞれ 4 試料を採取して供試し、MON88017 系統及び対照の非組換え体の花粉、絹糸、茎葉、穀粒、収穫後の地上部について、ELISA 法 (参考文献 18) により改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質の発現レベルを測定した。

MON88017 系統における改変 CP4 EPSPS タンパク質の発現量の平均値は、花粉で $220 \mu\text{g/g}$ 生組織重、茎葉で $16 \mu\text{g/g}$ 生組織重、穀粒で $5.1 \mu\text{g/g}$ 生組織重であった。

MON88017 系統における改変 Cry3Bb1 タンパク質の発現量の平均値は、花粉で $14 \mu\text{g/g}$ 生組織重、絹糸で $37 \mu\text{g/g}$ 生組織重、茎葉で $27 \mu\text{g/g}$ 生組織重、穀粒で $13 \mu\text{g/g}$ 生組織重、収穫後の地上部で $30 \mu\text{g/g}$ 生組織重であった。

3 遺伝子産物 (タンパク質) が一日タンパク摂取量の有意な量を占めるか否かに関する事項

・改変 CP4 EPSPS タンパク質

圃場試験で収穫された MON88017 系統の穀粒における改変 CP4 EPSPS タンパク質の最大発現量は、 $6.3 \mu\text{g/g}$ 生組織重であった。

日本人一日一人当たりの「とうもろこし・加工品」の平均摂取量 0.4g (参考文献 19) をすべて MON88017 系統に置き換えて計算すると、改変 CP4 EPSPS タンパク質の一日一人当たりの予想平均摂取量は最大で $2.52 \mu\text{g}$ となる。

また、一日一人当たりのタンパク質平均摂取量 71.5g (参考文献 20) に基づき、改変 CP4 EPSPS タンパク質が一日タンパク摂取量に占める割合を計算したところ、 $3.5 \times 10^{-6}\%$ であった。

・改変 Cry3Bb1 タンパク質

圃場試験で収穫された MON88017 系統の穀粒における改変 Cry3Bb1 タンパク質の最大発現量は、 $19\mu\text{g/g}$ 生組織重であった。

日本人一日一人当たりの「とうもろこし・加工品」の平均摂取量 0.4g （参考文献 19）をすべて MON88017 系統に置き換えて計算すると、改変 Cry3Bb1 タンパク質の一日一人当たりの予想平均摂取量は最大で $7.6\mu\text{g}$ となる。

また、一日一人当たりのタンパク質平均摂取量 71.5g （参考文献 20）に基づき、改変 Cry3Bb1 タンパク質が一日タンパク摂取量に占める割合を計算したところ、 $1.06\times 10^{-5}\%$ であった。

4 遺伝子産物（タンパク質）のアレルギー誘発性に関する事項

(1) 挿入遺伝子の供与体のアレルギー誘発性

改変 *cp4 epsps* 遺伝子の供与体である *Agrobacterium* sp. CP4 株が属する *Rhizobium* (*Agrobacterium*) のヒトに対するアレルギー誘発性の報告はない。

改変 *cry3Bb1* 遺伝子の供与体である *B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* (*B. t. k.*) のヒトに対するアレルギー誘発性の報告はない。

(2) 遺伝子産物（タンパク質）のアレルギー誘発性

改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質がアレルギー誘発性を持つという知見はこれまでのところ報告されていない。

(3) 遺伝子産物（タンパク質）の物理化学的処理に対する感受性に関する事項

① 人工胃液に対する感受性

E. coli で発現させた改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質を人工胃液中で処理し、ウェスタンブロット分析を行ったところ、両タンパク質とも試験開始後 15 秒以内で免疫応答反応の検出限界以下に消化された。

なお、人工胃液は、米国薬局方 (The United States Pharmacopeia) に記載されている方法に従って調製した。

② 人工腸液に対する感受性

E. coli で発現させた改変 CP4 EPSPS タンパク質を人工腸液中で処理し、ウェスタンブロット分析を行ったところ、人工腸液中では 10 分後に改変 CP4 EPSPS タンパク質の免疫反応性の大半が失われ、100 分後には完全に消失することが確認された。

E. coli で発現させた改変 Cry3Bb1 タンパク質を人工腸液中で処理し、ウェスタンブロット分析を行ったところ、人工腸液中では 59kDa のトリプシン耐性コアタンパク質は 24 時間後も分解されなかった。

③ 加熱処理に対する感受性

改変 CP4 EPSPS タンパク質を産生するラウンドアップ・レディー大豆を用いた加熱試験では、 100°C の温度で 38 分間熱処理することによって脱脂大豆中改変 CP4 EPSPS タンパク質の免疫反応性が 99% 以上失われることが ELISA 分析により確認されている（参考文献 21, 22）。

MON88017 系統の穀粒を、標準的なトウモロコシ加工条件（約 206°C 、20 分間）で加熱処理した後、改変 Cry3Bb1 タンパク質を抽出し、ウェスタンブロット分析を行ったところ、加熱処理後の MON88017 系統の穀粒の改変 Cry3Bb1 タンパク質の免疫反応性は検出限界以下であった。

(4) 遺伝子産物（タンパク質）と既知のアレルゲン（グルテン過敏性腸疾患に関するタンパク質を

含む。以下、アレルゲン等)との構造相同性に関する事項

改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質について、既知アレルゲンとの構造相同性を確認するため、752 の既知アレルゲン及びグリアジンからなるデータベースを用いて比較を行った。比較は、データベース検索の標準法である FASTA 型アルゴリズム(参考文献 23, 24, 25, 26, 27)を使用した。また、改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質について、アミノ酸配列中に抗原決定基を示す可能性のある配列が含まれているかを確認するために、連続する 8 つのアミノ酸による相同性検索を行った。

いずれの検索においても、改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質について、既知アレルゲン及びグルテン過敏性腸疾患に関与するタンパク質との間に構造相同性がないことが確認された。

(1) ~ (4) 及び前項 3 から総合的に判断し、改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質については、アレルギー誘発性を示唆するデータがないことを確認した。

5 組換え体に導入された遺伝子の安定性

MON88017 系統の 10 世代について、改変 Cry3Bb1 タンパク質の発現を指標として分離比調査を行った結果、1 つを除く全ての世代で実測値と期待値の間にカイ二乗検定による統計学的な有意差は認められなかった。有意差が認められた 1 つの世代で実測値が期待値を上回ったが、これは導入遺伝子に関してヘテロである前の世代において高濃度のグリホサート散布を行った結果、改変 *cp4 epsps* 遺伝子を有する花粉のみが生存して交雑した結果、その後代である当該世代では分離が起きなかったためであると考えられた。

MON88017 系統の挿入遺伝子の後代における安定性を確認するために、複数世代のゲノム DNA を発現ベクターの T-DNA 領域を 1 箇所切断する制限酵素で切断し、T-DNA 領域をカバーする 4 つのプロンプを用いてサザンブロット分析を行った結果、各世代において共通のバンドが確認された。

MON88017 系統における改変 Cry3Bb1 タンパク質の発現の安定性を確認するために、複数世代の穀粒粉末を用いてウェスタンブロット分析を行った結果、各世代において改変 Cry3Bb1 タンパク質の分子量と一致するバンドが示された。

また、MON88017 系統における改変 CP4 EPSPS タンパク質の発現の安定性は、複数世代において除草剤グリホサートを散布することにより確認した。

以上のことから、MON88017 系統の挿入遺伝子は、メンデルの法則に従って単一の優性遺伝子として後代に安定して遺伝することが確認された。

6 遺伝子産物(タンパク質)の代謝経路への影響

EPSPS タンパク質は、芳香族アミノ酸合成経路であるシキミ酸経路を触媒する。本代謝経路において重要とされている 3-デオキシ-D-アラビノ-ヘプツロン酸-7-リン酸 (DAHP) からコリスミ酸が生成されるまでの段階は、中間代謝産物や最終生成物によって阻害されたり抑制されたりされることはほとんどないことが知られている(参考文献 28, 29)。このことから、EPSPS タンパク質は本経路において律速酵素ではないことが示唆される。

また、EPSPS タンパク質は、ホスホエノールピルビン酸 (PEP) 及びシキミ酸-3-リン酸 (S3P)

と特異的に反応することが知られている（参考文献 30）。このほかに、唯一 EPSPS タンパク質と反応することが知られているのは S3P の類似体であるシキミ酸のみであるが、EPSPS タンパク質とシキミ酸の反応性は、EPSPS タンパク質と S3P の反応性のおよそ 200 万分の 1 に過ぎないことから、シキミ酸が植物体内で EPSPS タンパク質と反応することはないと考えられる。

改変 Cry3Bb1 タンパク質は酵素活性を持たず、植物体内の代謝経路に影響を与えるとは考えられない。

以上から、これら遺伝子産物が、宿主であるトウモロコシの代謝経路に影響を及ぼす可能性は極めて低いと考察した。

7 宿主との差異に関する事項

MON88017 系統と非組換え体および非組換え商業トウモロコシ 12 品種との間で、茎葉及び穀粒について、主要構成成分、繊維、脂肪酸組成、アミノ酸組成、無機物、ビタミン類、抗栄養素及び二次代謝産物の分析、比較を行った。

茎葉中の主要構成成分（灰分、炭水化物、水分、タンパク質、総脂質）、繊維（酸性デタージェントファイバー、中性デタージェントファイバー）及び無機物（カルシウム、リン）を測定したところ、各成分とも MON88017 系統と非組換え対照品種との間に統計学的な有意差は認められなかった。

穀粒中のアミノ酸 18 種類、脂肪酸 9 種類、無機物（カルシウム、銅、鉄、マグネシウム、マンガン、リン、カリウム、亜鉛）、主要構成成分（灰分、炭水化物、水分、タンパク質、総脂質）、繊維（酸性デタージェントファイバー、中性デタージェントファイバー、総食物繊維）、ビタミン類（葉酸、ナイアシン、ビタミン B1、ビタミン B2、ビタミン B6 及びビタミン E）、二次代謝産物（フェルラ酸、p-クマル酸）及び抗栄養素（フィチン酸、ラフィノース）を分析したところ、18:2 リノール酸、20:0 アラキジン酸及びビタミン B1 で、MON88017 系統と非組換え体との間に統計学的な有意差が認められたが、平均値は、従来商業品種の分析値の範囲内であったことから、これらの統計学的な有意差は生物学的に有意な差ではないと考えられた。

8 諸外国における認可、食用等に関する事項

米国においては、食品医薬品局（FDA）に 2004 年 3 月に食品・飼料としての安全性審査の申請を行い、2005 年 1 月に許可を得ている。また、2004 年 1 月、環境保護庁（EPA）に改変型 Cry3Bb1 タンパク質に対する残留基準値の設定免除の申請を行い、同年 4 月、農務省（USDA）に無規制栽培（商業栽培）のための申請が行われている。

また、カナダ保健省には、2004 年 5 月、食品としての安全性審査の申請が、カナダ食品検査庁（CFIA）には、同じく 5 月、環境・飼料についての安全性の申請が行われた。

オーストラリア・ニュージーランド食品基準局（FSANZ）には、2004 年 10 月、食品、飼料としての安全性審査の申請が行われた。

9 栽培方法に関する事項

MON88017 系統と従来のトウモロコシの栽培方法の違いは、生育期間を通じて除草剤グリホサートを利用できる点、コーンルートワームの防除が可能になる点であり、それ以外は従来と同じである。

10 種子の製法及び管理方法に関する事項

MON88017 系統の種子の製法及び管理方法については、従来のトウモロコシ品種と同じである。

第7 第2から第6までにより安全性の知見が得られていない場合に必要な事項

第2から第6までにより安全性の知見は得られており、次に示された試験は必要ないと判断される。なお、申請者からは急性毒性試験のデータが提出されていたことから、このデータを念のため確認した。

1. 急性毒性に関する試験
2. 亜急性毒性に関する試験
3. 慢性毒性に関する試験
4. 生殖に及ぼす影響に関する試験
5. 変異原性に関する試験
6. がん原性に関する試験
7. その他必要な試験（腸管毒性試験、免疫毒性試験、神経毒性試験、栄養試験等）

1. 急性毒性に関する試験

なお、*E. coli* で発現させた改変 CP4 EPSPS タンパク質及び改変 Cry3Bb1 タンパク質を用いてマウスの急性強制経口投与試験が行われている。それぞれ最大投与量でもマウスに有害な影響は認められなかった。

IV 評価結果

遺伝子組換えトウモロコシ（除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ MON88017 系統）については、「遺伝子組換え食品（種子植物）の安全性評価基準」に基づき評価した結果、ヒトの健康を損なうおそれはないものと判断された。

V 参考文献

1. 菊池一徳. トウモロコシの生産と利用. (1987). 光林.
2. 2002 年版 FAO 農業生産年報. (2003). FAO.
3. White PJ, Pollak LM. Corn as a Food Source in the United States: Part II. Processes, Products, Composition and Nutritive Values. *Cereal Food World* (1995) 40:756-761.
4. Aldrich SR, Scott WO, Hoeft RG. Modern Corn Production, Third Edition. (1986). A&L Publication, Inc. Champaign, Illinois, USA.
5. Galinat WC. The Origin of Corn. Corn and Corn Improvement, Third Edition. #18 in the series *Agronomy* (Ed. Sprague GF, Dudley JW). (1988) 1-31. American Soc. of Agronomy. Madison, WI, USA.
6. Jugenheimer RW. Corns for special purposes and uses. Corn: Improvement, Seed Production and Uses. (1976) 215-233. John Wiley & Sons. New York.

7. OECD Consensus document on the Biology of *Zea Mays* subsp. *mays* (Maize). (2003). OECD.
8. Tanaka LG, El-Dahr JM, Lehrer SB. Double-blind, placebo-controlled corn challenge resulting in anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol.*(2001)107:744.
9. Pasimi G, Simonato B, Curioni A, Vincenzi S, Cristaudo A, Santucci B, Dai Belin Peruffo A, Giannattasio M. IgE-mediated allergy to corn:a 50 KDa protein belonging to the reduced soluble proteins, is major allergen. *Allergy*(2002)57:98-106.
10. Pastorello EA, Farioli L, Pravettoni V, Ispano M, Scibola E, Trambaioli C, Giuffrida MG, Ansaloni R, Godovac-Zimmermann J, Conti A, Fortunato D, Ortolani C. The maize major allergen, which is responsible for food-induced allergic reactions, is a lipid transfer protein. *J Allergy Clin Immunol.*(2000)106(4):744-751.
11. Pastorello EA, Pompei C, Pravettoni V, Farioli L, Calamari AM, Scibilia J, Robino AM, Conti A, Iametti S, Fortunato D, Bonomi S, Ortolani S. Lipid-transfer protein is the maize major allergen, maintaining IgE-binding activity after cooking 100 degC, as demonstrated in anaphylactic patients and patients with positive double-blind, placebo-controlled food challenge results. *J Allergy Clin Immunol.*(2003)112(4):744-751.
12. 日本貿易月表 2003 年 12 月号(通巻 689 号). 日本関税協会. (2004).
13. 農林水産省生産局畜産部畜産振興課編. 飼料月報.通巻 474~485 号. 2003-2004. 社団法人配合飼料安定供給機構.
14. 長田武正. 日本イネ科植物図譜. (1989) 平凡社.
15. 畑作全書 雑穀編. (1981) 農文協.
16. McElroy D, Zhang W, Cao J, Wu R. Isolation of an Efficient Action Promoter for Use in Rice Transformation. *Plant Cell*(1990)2:163-171.
17. Odell JT, Mag F, Chua HH. Identification of DNA sequences required for activity of the cauliflower mosaic virus 35S promoter. *Nature.* (1985) 313:810-812.
18. Harlow E, Lane D. Immunoassay. Antibodies: A Laboratory Manual. (1988) 14:553-612.
19. 厚生労働省. 平成 14 年国民栄養の現状国民栄養調査結果. (2004)
20. 厚生労働省. 平成 15 年国民健康・栄養調査結果の概要. (2005)
21. Padgett SR. *et al.* Glyphosate Tolerant Soybeans in Puerto Rico in 1992: Field Test, Processing Studies & Analytical Evaluation. Study#92-01-30-02 (MO). MSL-12902. (1993a) (社内報告書)
22. Padgett SR, Nida DL, Biest NA, Bailey MR, Zobel JF. Glyphosate Tolerant Soybeans in the U.S. in 1992: Field Test, Processing Studies & Analytical Evaluation. Study#92-01-30-02 (Monsanto). MSL-12906. (1993b) (社内報告書)
23. Pearson WR, Lipman DJ. Improved tools for biological sequence comparison. *Proc Natl Acad Sci USA.* (1988)85:2440-2448.
24. Wilbur WJ, Lipman DJ. Improved tools for biological sequence comparison. *Proc Natl Acad Sci USA.* (1983)80:726-730.
25. Pearson WR. Rapid and Sensitive Sequence Comparison with FASTP and FASTA. *Meth. Enzymol.* (1990)183:63-98.

26. Givskov M, Devereux J. Sequence Analysis Primer.(1992) W.H.Freeman and Co. New York.
27. Doolittle RF. Searching Through Sequence Databases. *Meth. Enzymol.* (1990)183:99-110.
28. Weiss U. Edwards JM. Regulation of the Shikimate Pathway. The Biosynthesis of Aromatic Compounds. (1980) 287-301. John Wiley and Sons, New York.
29. Herrman KM. The Common Aromatic Biosynthetic Pathway. Amino Acids: Biosynthesis and Genetic Regulation. (Eds. Herrman KM, Somerville RL.) (1983) 301-302. Addison-Wesley, Reading, MA.
30. Gruys KJ, Walker MC, Sikorski JA. Substrate Synergism and the Steady-State Kinetic Reaction Mechanism for EPSP Synthase from *E. coli*. *Biochem.* (1992)31:5534-5544.

参考

「コウチュウ目害虫抵抗性及び除草剤グルホシネート耐性トウモロコシ B. t. Cry34/35Ab1 Event DAS-59122-7」及び「除草剤グリホサート耐性及びコウチュウ目害虫抵抗性トウモロコシ MON88017 系統」の安全性評価についての御意見・情報の募集結果について

1. 実施期間：平成17年8月18日～平成17年9月14日
2. 提出方法：インターネット、ファックス、郵送
3. 提出状況：1通
4. 主な御意見の概要及びそれに対する遺伝子組換え食品等専門調査会の回答案

御意見・情報の概要	専門調査会の回答（案）
・8月18日、食品安全委員会は、遺伝子組み換え食品専門調査会が2種類の後代交配種に関して安全と評価し承認したことに対して、パブリック・コメントを求めた。このような後代交配種に関しては、承認しないことを求める。 当初、厚生労働省は、遺伝子組み換え作物を親株として用いた後代交配種に関して、手続きは簡略化せず、ゼロから評価することを求めていた。しかし、その後、片方が遺伝子組み換え品種で他方が通常の品種の場合、安全性審査を簡略化する見解に変更した。その後、遺伝子組み換え作物を親株として両方とも用いたケースも、親世代の安全性が確認された上で、「組換えDNA技術により新たに獲得された性質が後代交配種においても変化していないこと」等の条件をクリアすれば、安全性審査を簡略化する見解に変更した。なし崩しに手続きを簡略化されてきた。その後、審査が食品安全委員会へ移行した後も、この変更した状態は修正されなかった。 〇〇社の除草剤耐性大豆が、安全性審査後に、DNA断片が見つかるなど、さまざまな問題点が明らかになった。親世代の安全性に関してすら、科学技術のレベルが上がることで新たな問題点が見つかっている。これは、この技術がまだ未熟であることを意味する。ましてや後代交配種において何が起きるかは予測がつかず、未知の要因が多い上にDNAレベルの研究が未確立であるため、「組換えDNA技術により新たに獲得された性質が後代交配種においても変化していないこと」を確認することは事実上不可能である。 また、9月19日から始まる、コーデックス委員会バイオテクノロジー応用食品特別部会において、この後代交配種に関する審議が始まろうとしている。その審議の開始を待つことなく、次々と承認していくことは、国際社会の動きに反することになる。	今回、国民の皆様から御意見・情報の募集を行いました2品目につきましては、御意見で述べられているような後代交配品種（掛け合わせ品種）には該当せず、評価書にも記載されているとおり宿主であるトウモロコシに、それぞれの形質を発現する各遺伝子をアグロバクテリウム法によって挿入したものであります。 後代交配品種（掛け合わせ品種）の安全性についても、食品安全委員会が定めた「遺伝子組換え植物の掛け合わせについての安全性評価の考え方」に基づき安全性の確認を行っているところであります。

このように、承認を急ぐ理由としては、花粉の飛散によって交雑が起き、意図せざる後代交配種が次々と誕生しており、それが未承認作物としてわが国に入ってくる可能性が高いため、それを避ける方法としてとられているとしか考えられない。

食品安全委員会の独立性を疑われるような、このような申請を承認しないよう求める。また今後も、後代交配種は新しい品種として審査するよう求める。