

遺伝子組換え食品の検査結果 (平成15~19年度)

大藤 升美 大脇 成義 柳瀬 杉夫 都築 英明
石崎 徹 塩崎 秀彰

キーワード：遺伝子組換え大豆、トウモロコシ、ジャガイモ加工品、パパイヤ、PCR、組換え遺伝子、定量PCR

はじめに

組換えDNA技術応用食品 (以下、「遺伝子組換え食品」と記す) は、平成13年4月から食品衛生法により安全性審査が法的に義務化され、厚生労働大臣が定める安全性審査の手続きを経たものでなければ輸入及び国内での販売等が認められなくなった¹⁾。平成20年2月12日現在、安全性審査の終了した食品はジャガイモ8品種、大豆5品種、てんさい3品種、トウモロコシ36品種、なたね15品種、わた18品種、アルファルファ3品種、添加物は14品目となっている²⁾。

また、遺伝子組換え食品は、平成13年4月から食品衛生法及びJAS法 (農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律) に基づく表示が義務化されており^{3, 4)}、安全性審査済みの遺伝子組換え食品では、遺伝子組換え食品を使用した場合や遺伝子組換え食品と非遺伝子組換え食品が分別生産流通管理 (IPハンドリング) されていない場合には、その旨を表示する義務がある。

一方、安全性審査が終了していない遺伝子組換え食品は国内での流通は認められていないが輸入される可能性があり、平成14年以前にはトウモロコシCBH351⁵⁾、ニューリーフプラス等の遺伝子組換えジャガイモ⁶⁾、パパイヤ55-1が検出されている⁷⁾。また、近年ではトウモロコシBt10⁸⁾、遺伝子組換え米⁹⁾、トウモロコシDAS-59132¹⁰⁾の混入事例が報告されている。

このため、安全性審査が終了していない遺伝子組換え食品の混入の有無を調べる定性検査及び安全性審査済みの遺伝子組換え食品がIPハンドリングにより適切に管理されているかを監視するための定量検査の実施が求められている。

京都府では平成14年度からトウモロコシ及びその加工品等、ジャガイモ加工品、パパイヤ及びその加工品について、各々、トウモロコシCBH351、トウモロコシBt10、パパイヤ55-1、ニューリーフ・Yジャガイモの定性検査を実施し、また、大豆加工食品の原材料大豆についてはラウンドアップレディー大豆の定量検査を実施しており、平成14年度の結果については既に報告した¹¹⁾。本報では平成15年度から19年度に実施した結果について報告する。

検査方法

1. 対象検体及び検査項目

対象検体は京都府内の食品製造施設又は小売店舗で収去した原材料又は製品でトウモロコシ (穀粒、半製品、加工品)、ジャガイモ加工品、パパイヤ及びその加工品並びに大豆 (穀粒) の計135検体 (139項目) である。年度ごとの検体数及び検査項目は表1のとおりである。

トウモロコシはトウモロコシCBH351及びトウモロコシBt10、ジャガイモ加工品はニューリーフY・ジャガイモ、パパイヤはパパイヤ55-1について、いずれも安全性未審査の組換え遺伝子を検知する定性検査を行った。なお、ニューリーフY・ジャガイモは平成15年5月、6月に安全性審査済みとなった^{12, 13)} ため、平成16年以降は検査を実施していない。また、トウモロコシBt10は平成18年に厚生労働省通知の「組換えDNA技術応用食品の検査方法について」¹⁴⁾ (以下、「通知の方法」と記す) が改正¹⁵⁾ され検査対象となり、京都府では平成18年度から検査を実施した。

大豆は、安全性審査済みのラウンドアップレディー遺伝子の含有率を調べる定量検査を行った。

2. 試薬等

以下に記載の試薬以外は、すべて既報¹¹⁾ と同様の試薬を用いた。

ラテラルフロー法のテストキット：Strategic Diagnostics社製 Trait・Bt9 Corn Grain 5-Minute Test Kit (Part# 7000012)

表1 年度ごとの検体数及び検査項目

年度	食品	検体数	検査項目
15	トウモロコシ	10	トウモロコシCBH351
	ジャガイモ	10	ニューリーフY・ジャガイモ
	大豆	9	ラウンドアップレディ大豆含有率
16	トウモロコシ	15	トウモロコシCBH351
	大豆	15	ラウンドアップレディ大豆含有率
17	トウモロコシ	11	トウモロコシCBH351
	パパイヤ	9	パパイヤ55-1
	大豆	12	ラウンドアップレディ大豆含有率
18	トウモロコシ	18	トウモロコシCBH351、トウモロコシBt10
	大豆	11	ラウンドアップレディ大豆含有率
19	トウモロコシ	10	トウモロコシCBH351、トウモロコシBt10
	大豆	5	ラウンドアップレディ大豆含有率
	計	135	

(平成20年9月1日受理)

DNA抽出精製キット：プロメガ社製 Wizard DNA Clean-up System

CBH351コントロールプラスミド：ニッポンジーン社製GMトウモロコシ系統別DNA CBH351陽性コントロールプラスミド

Bt10コントロールプラスミド：ニッポンジーン社製GMトウモロコシ系統別DNA Bt10陽性コントロールプラスミド

パパイヤ55-1コントロールプラスミド：ニッポンジーン社製GMパパイヤ系統別DNA 55-1陽性コントロールプラスミド

標準プラスミドDNA溶液：ニッポンジーン社製GMダイズ(RRS)プラスミドセット (ColE1/TE溶液)

GMトウモロコシ系統別DNA Bt10オリゴヌクレオチド、GMトウモロコシ系統別DNA Bt10確認用オリゴヌクレオチド、パパイヤ内在性DNA Papainオリゴヌクレオチド、GMパパイヤ系統別DNA 55-1オリゴヌクレオチド、GMパパイヤ系統別DNA 55-1確認用オリゴヌクレオチド、：ニッポンジーン社製

β-Glucuronidase：シグマ社製

他の試薬：和光純薬製特級品又は分子生物学用を用いた。

3. 装置

以下に記載の装置以外は、すべて既報¹¹⁾と同様の装置を用いた。

冷却遠心機：H-501FR (コクサン社製)

電気泳動装置：Mupid-α、Mupid-2plus (アドバンス社製)

4. 方法

検査方法は、通知の方法^{14,20)}に準じて行い、詳細は表2に示した。

4.1 トウモロコシCBH351

(1) トウモロコシ穀粒

トウモロコシ穀粒は約500gを高速振動試料粉碎機で粉碎し試料とし、通知の方法¹⁷⁾に準じてラテラルフロー

法で行った。

(2) トウモロコシ半製品

トウモロコシ半製品は粉碎せずそのままを試料とし、通知の方法¹⁷⁾に準じてラテラルフロー法で行った。

(3) トウモロコシ加工品

既報¹¹⁾と同様の方法で行った。なお、DNAの抽出精製は通知の方法¹⁴⁾及びJAS分析試験ハンドブック「遺伝子組換え食品検査・分析マニュアル 個別品目編」に記載の方法¹⁹⁾を準用した。

4.2 トウモロコシBt10

(1) トウモロコシ穀粒

トウモロコシ穀粒は約500gを高速振動試料粉碎機で粉碎し試料とし、DNeasy Plant Mini Kitで通知の方法¹⁵⁾に準じてDNA試料原液を調製した。以後、DNA試料液の調製、定性PCR及び電気泳動は、通知の方法¹⁵⁾に準じて行った。

(2) トウモロコシ半製品

トウモロコシ半製品は粉碎せずそのままを試料とし、DNeasy Plant Mini Kitで通知の方法¹⁵⁾に準じてDNA試料原液を調製した。以後、DNA試料液の調製、定性PCR及び電気泳動は、通知の方法¹⁵⁾に準じて行った。

4.3 ニューリーフY・ジャガイモ

既報¹¹⁾と同様の方法で行った。

4.4 パパイヤ55-1

(1) パパイヤ

通知の方法¹⁸⁾に準じてGUS試験法で行った。なお、陽性対照にはGUS試験紙²²⁾を用いた。

(2) パパイヤ加工品

缶詰(シラップ漬け)のパパイヤは通知の方法¹⁷⁾に準じて試料を調製しQIAGEN Genomic-tipを用いDNA試料原液を調製した。以後、DNA試料液の調製、定性PCR及び電気泳動は、通知の方法¹⁷⁾に準じて行った。

4.5 ラウンドアップレディー大豆

大豆は約500gを高速振動試料粉碎機で粉碎し試料とした。

DNA試料原液の調製は通知の方法に準じて平成15年度はPromega Wizard DNA Clean-up System¹⁹⁾、平成

表2 検査項目及び検査方法

食品	種類	検査項目	検査方法	DNA抽出精製法		
安全性未審査	トウモロコシ	CBH351	穀粒	ラテラルフロー法	Wizard DNA Clean-up System	
			半製品	ラテラルフロー法		
	加工品	Bt10	穀粒	定性PCR法		シリカゲル膜タイプキット法(Dneasy Plant Maxi Kit)
			半製品	定性PCR法		シリカゲル膜タイプキット法(Dneasy Plant Mini Kit)
	ジャガイモ	加工品	ニューリーフY・ジャガイモ*	定性PCR法		シリカゲル膜タイプキット法(Dneasy Plant Mini Kit)
	パパイヤ	果実	パパイヤ55-1	GUS試験法		イオン交換樹脂タイプキット法(Genomic-tip 20/G)
加工品		定性PCR法				
安全性審査済み	大豆	穀粒	ラウンドアップレディー大豆含有率	定量PCR法	シリカベースレジンタイプキット法(Wizard DNA Clean-up System) CTAB法 シリカゲル膜タイプキット法(Dneasy Plant Mini Kit)	

* H15は安全性審査が終了していなかった。

表3 定性検査の結果

食品	検査項目	種類	検査項目数	結果
トウモロコシ	トウモロコシCBH351	穀粒	7	不検出
		半製品	3	不検出
		コーンスナック菓子	3	不検出
		コーンスターチ	1	不検出
		ポップコーン	1	不検出
	加工品	28	不検出	
	冷凍トウモロコシ	28	不検出	
	トウモロコシ缶詰	15	不検出	
	その他	6	不検出	
	トウモロコシBt10	穀粒	3	不検出
ジャガイモ	ニューリーフY・ジャガイモ	半製品	1	不検出
		冷凍食品	1	不検出
		加工品	6	不検出
ジャガイモ	ニューリーフY・ジャガイモ	加工品	6	不検出
		冷凍フライドポテト	6	不検出
ジャガイモ	ニューリーフY・ジャガイモ	加工品	3	不検出
		ポテトチップス	3	不検出
パパイヤ	パパイヤ55-1	果実	8	不検出
		加工品	1	検知不能*
			合計	87

*陽性対照用プライマー対でPCR増幅バンドが検出されない。

16年度はCTAB法¹⁹⁾、平成17年度及び18年度はPromega Wizard DNA Clean-up System²¹⁾、平成19年度は QIAGEN DNeasy Plant Mini Kit¹⁵⁾ を用いて行った。

その後、DNA試料液の調製及び定量PCRは通知の方法¹⁹⁾ に準じて行った。

結果

1. 定性検査の結果

結果を表3に示した。

1.1 トウモロコシCBH351

平成15年度から19年度に検査を実施し、穀粒7検体、半製品3検体、加工品54検体いずれからもトウモロコシCBH351は検出されなかった。

1.2 トウモロコシBt10

平成18年度及び19年度に検査を実施し、トウモロコシ穀粒3検体、半製品1検体いずれからもトウモロコシBt10は検出されなかった。

1.3 ニューリーフY・ジャガイモ

平成15年度に加工品10検体を検査し、いずれの検体からもニューリーフY・ジャガイモは検出されなかった。

1.4 パパイヤ55-1

平成17年度に果実8検体、加工品1検体について検査を実施し、果実からはパパイヤ55-1は検出されなかった。缶詰(シラップ漬け)からは、陽性対照用(Papain遺伝子検出用)プライマー対でPCR増幅バンドが検出されず、検知不能であった。

表4 定量検査の結果

食品	検査項目	種類	検体数	結果		
				定量下限値(0.1%)未満	5%以下の検出	5%を超える検出
大豆	ラウンドアップレディ大豆含有率	穀粒	52 (44)	44 (40)	8 (4)	0 (0)

* ()内はIPハンドリングが確認された検体数及び検出数

2. 定量検査の結果

結果を表4に示した。

2.1 ラウンドアップレディ大豆

平成15年度から19年度に大豆穀粒52検体について検査を実施した結果、ラウンドアップレディ大豆含有率が5%を超える検体はなく、44検体が定量下限値(0.1%)未満、8検体が0.1~3.5%の含有率であった。検体の原産国は米国産25検体、カナダ産23検体、中国産2検体、パラグアイ産1検体、原産国不明が1検体であり、検出された検体はいずれも米国産であった。

IPハンドリングにより非遺伝子組換えであることが確認された44検体のうち、40検体は定量下限値未満であり、4検体は0.1~0.2%の範囲であった。意図しない混入が5%まで認められているが、今回の結果は5%より大幅に低く、適切な分別生産流通管理がなされていると考えられた。

考察

1. 定性検査

87検体の定性検査を行った結果、いずれも検出されなかった。

全国では、平成12年から19年に東京都で実施されたトウモロコシ加工品^{23,26)}、平成15年から18年に神奈川県で実施されたトウモロコシ(穀粒、加工品)^{27,30)}、平成17年に福岡市で実施されたトウモロコシ加工品³¹⁾ いずれの結果からもCBH351は検出されていない。また、Bt10は、平成17年の福岡市のトウモロコシ(半製品、加工品)³¹⁾、平成18年の神奈川県のトウモロコシ(穀粒)³⁰⁾の結果では不検出であった。

ジャガイモ加工品のニューリーフY・ジャガイモは、平成12年から15年の東京都の検査で不検出であった²³⁾。

パパイヤ55-1は平成17年から19年の東京都^{24,26)}、平成15年から18年の神奈川県^{27,30)}の検査で検出されていない。以上のように、京都府及び各都県の定性検査の結果は、いずれも検出事例はなく、安全性未審査の食品の流通はみられなかった。

なお、パパイヤの検査法は通知の方法³⁾では2法あるが、GUS法は種子から胚を取り出す操作が慣れないと難しく、PCR法はDNAの抽出精製での凍結乾燥処理が煩雑でDNA抽出の収量が低いといわれている。今回、PCR法で行った缶詰(シラップ漬け)からは陽性対照プライマー対でPCR増幅バンドが見られず検知不能となった。この原因としては、加工度合いが高いため、残存遺伝子の割合が低い若しくは残存していない、又は遺伝子の変性度合いが高い等が考えられる。最近ではPCR法の改良法が報告されている^{32,33)}ので、通知の方法の改正が望まれる。

2. 定量検査

大豆のラウンドアップレディ大豆含有量の検査結果

では、IPハンドリングが確認された44検体中40検体が定量下限値の0.1%未満で、検出された4検体の含有率は0.1%~0.2%であった。

全国では、平成13年から15年の東京都の報告では、適切にIPハンドリングが行われた非組換え大豆中の混入率の範囲は0.1~1.4%で、平成17年から19年の結果でも5%以下であった^{23,26)}。また、平成15年から18年の神奈川県報告では非組換え大豆中の混入率の範囲が定量下限値未満検出~2.6%とされている^{27,30)}。

意図しない混入率はEUでは0.9%、韓国では3%とされ、我が国の5%は高いが、京都府や全国の結果からみると5%に比べて低いレベルにあるといえる。

また、京都府で検出した検体はいずれも米国産であった。神奈川県では米国及びカナダ産からの検出が報告されている³⁰⁾。

2007年には我が国の大豆輸入の79.9%を米国産が占めている³¹⁾。また、遺伝子組換え作物の栽培面積が年々増加している³²⁾中、米国での作付けに占める遺伝子組換え作物の割合は2008年には92%にものぼっている³³⁾。さらに、最近の農産物需給のひっ迫と価格高騰により、非遺伝子組換え品種の確保が一層困難になっている状況^{36,39)}である。国際的な栽培状況及び輸入等の情報並びに混入事例を把握し、京都府においても引き続き検査による監視を行うことが重要であると考えられる。

まとめ

平成15年度から19年度に食品製造施設及び店舗で収取した大豆等計135検体について遺伝子組換え食品検査を実施した。検査対象食品及び検査項目はトウモロコシ及びその加工品等、ジャガイモ加工品、パパイヤ及びその加工品は安全性未審査の遺伝子組換え食品の有無を、大豆は安全性審査済みの遺伝子組換え食品の含有量を検査した。

検査の結果、トウモロコシCBH351、トウモロコシBt10、ニューリーフY・ジャガイモ、パパイヤ55-1は検出されなかった。

大豆のラウンドアップレディー大豆含有量の検査結果は、IPハンドリングが確認された44検体中40検体が定量下限値(0.1%)未満、4検体が0.1~0.2%の含有率であり、意図しない混入率として認められている5%に比べ大幅に低く、適切な分別生産流通管理がなされていると考えられた。

引用文献

- 1) 厚生省生活衛生局長通知：組換えDNA技術応用食品及び添加物の安全性審査の法的義務化に関する食品、添加物等の規格基準の一部改正等について、平成12年5月1日付生衛発第825号-1
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部：安全性審査の手続を経た遺伝子組換え食品及び添加物一覧、平成20年2月12日現在
- 3) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：食品衛生法施行規則及び乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令等の施行について、平成13年3月15日付食発第79号
- 4) 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条第1項及び生鮮食品品質表示基準第7条第1項の規定に基づく農林水産大臣の定める基準、平成12年3月31日農林水産省告示第517号
- 5) 厚生労働省：わが国で安全性未審査の遺伝子組換えトウモロコシ(商品名：スターリンク)に関する対応について(第2報)、平成12年11月22日、http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1211/h1122-1_13.html(2008年8月27日)
- 6) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：安全性未審査の遺伝子組換えじゃがいもの混入防止について、平成13年6月20日付食発第183号
- 7) 厚生労働省食品保健部監視安全課長：米国産生鮮パパイヤに対する輸入検査の強化について、平成14年9月18日
- 8) 厚生労働省食品安全部：米国における安全性未審査の遺伝子組換えトウモロコシ種子の流通事例について、平成17年3月23日
- 9) 厚生労働省食品安全部：中国における安全性未審査の遺伝子組換え米の流通・混入事例について、平成17年4月14日
- 10) 厚生労働省食品安全部監視安全課：米国における未承認の遺伝子組換えとうもろこしの混入について、平成20年2月23日
- 11) 大藤升美ほか：本誌，48，85(2003)
- 12) 厚生労働省告示第203号：平成15年5月6日(平成15年5月6日官報第3599号)
- 13) 厚生労働省告示第243号：平成15年6月30日(平成15年6月30日官報第3638号)
- 14) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について、平成13年3月27日付食発第110号
- 15) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について(一部改正)、平成18年6月29日付け食安発第0629002号
- 16) JAS分析試験ハンドブック「遺伝子組換え食品検査・分析マニュアル」(改訂第2版)、平成14年8月9日
- 17) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について(一部改正)、平成14年4月30日付け食発第0430001号
- 18) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について(一部改正)、平成15年5月6日付け食発第0506002号
- 19) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について(一部改正)、平成15年

- 6月18日付け食発第0618001号
- 20) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について（一部改正）、平成15年11月13日付け食安発第1113001号
 - 21) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知：組換えDNA技術応用食品の検査方法について（一部改正）、平成17年5月17日付け食安発第0517001号
 - 22) 高橋邦彦、堀江正一：食衛誌，46，No.2，55（2005）
 - 23) 門間公夫ほか：食衛誌，45，No.4，184（2004）
 - 24) 東京都福祉保健局：平成17年度遺伝子組換え食品検査結果，平成18年5月30日
 - 25) 東京都福祉保健局：平成18年度遺伝子組換え食品検査結果，平成19年5月24日
 - 26) 東京都福祉保健局：平成19年度遺伝子組換え食品検査結果，平成20年5月29日
 - 27) 大森清美ほか：神奈川県衛生研究所研究報告，34，56（2004）
 - 28) 大森清美ほか：神奈川県衛生研究所研究報告，35，33（2005）
 - 29) 大森清美ほか：神奈川県衛生研究所研究報告，36，59（2006）
 - 30) 大森清美ほか：神奈川県衛生研究所研究報告，37，41（2007）
 - 31) 福崎陸美ほか：福岡市保環研報，31，77（2006）
 - 32) 山口昭弘ほか：食衛誌，47，No.4，146（2006）
 - 33) 大森清美ほか：食衛誌，49，No.2，63（2008）
 - 34) 農林水産省：食料供給予測（～平成20年6月）大豆，http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_kyokyu/pdf/soybean_0806.pdf（平成20年8月29日）
 - 35) ISAAA：Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops：2007，<http://www.isaaa.org/>（2008年8月18日）
 - 36) JETRO農水産情報研究会：Food&Agriculture記事No.53618「遺伝子組み換え作物の作付比率が更に上昇～食料価格高騰の中、交錯する期待と不安～（米国），2008年07月22日 シカゴ発」，<http://www5.jetro.go.jp/jet-bin/pro1.cgi/report-p.html?50+48853e17dc176>（2008年8月18日）
 - 37) msn産経ニュース：穀物価格高騰に対応 遺伝子組み換えトウモロコシを輸入 食料原料に供給開始 2008.4.18 00:06，<http://sankei.jp.msn.com/economy/business/080418/biz0804180004000-n1.htm>（2008年8月29日）
 - 38) msn産経ニュース：【食にメス】遺伝子組み換えトウモロコシ2008.4.25 08:04，<http://sankei.jp.msn.com/life/lifestyle/080425/sty0804250805003-n1.htm>（2008年8月29日）
 - 39) 朝日新聞：環境元年第4部食糧ウオーズ①バイオ作物へ動く世界（2008年7月20日付）