

遺伝子組換え食品の検査結果（平成22年度～平成26年度）

中野 久子^a, 萩野 賀世^a, 清水 本武^a, 鷲 直樹^b, 寺井 朗子^a, 大貝 真実^a, 門間 公夫^c, 田端 節子^a, 笹本 剛生^a

平成22年4月から平成27年3月までに当センターで実施した遺伝子組換え食品検査の結果を報告する。安全性未審査のため国内で流通が認められていない遺伝子組換えトウモロコシ（CBH351, Bt10）、コメ（63Bt, NNBt, CpTI）、パパイヤ（55-1, PRSV-YK, PRSV-SC）に関して、389検体について検査を行った結果、安全性未審査の遺伝子組換え作物は検出されなかった。安全性審査済み遺伝子組換え食品に関しては、ダイズ穀粒・加工食品およびトウモロコシ穀粒・加工食品642検体について検査を実施した。642検体のうち定性試験を行った608検体中約27%の検体から、安全性審査済み遺伝子組換えダイズであるラウンドアップレディーダイズまたは遺伝子組換えトウモロコシ（Event176, Bt11, T25, MON810, GA21）が検出されたが、定量試験の結果、意図しない混入率の基準（5%）を越えるものはなかった。

キーワード：遺伝子組換え食品，定性PCR法，定量PCR法，トウモロコシ，コメ，パパイヤ，ダイズ，加工食品

はじめに

遺伝子組換え食品は、平成13年4月から国による安全性審査を受けることが義務付けられ、安全性審査を受けていない遺伝子組換え作物や、これを原材料に用いた食品は、製造、輸入、販売等が禁止されている^{1,2)}。一方、安全性審査が終了した遺伝子組換え食品については、表示が義務化されているが、分別生産流通管理が適切に実施されている場合には、5%以下の意図しない混入はやむを得ないものとして認められている³⁾。検査方法は厚生労働省通知により示されていたが、食品表示に関する業務が平成21年9月に消費者庁に移管され、安全性審査済みの遺伝子組換え食品の検査については消費者庁の所管となり、安全性未審査の遺伝子組換え食品については厚生労働省の所管になっている⁴⁻⁶⁾。平成27年11月12日現在、8作物303品種の農作物について安全性審査が終了しており⁷⁾、輸入、販売等が認められている。

東京都では、平成13年より遺伝子組換え食品の表示および安全性未審査の遺伝子組換え作物の混入について監視するため、検査を行っている⁸⁻¹⁰⁾。本報では、平成22年度から平成26年度までに実施した検査結果について報告する。

実験方法

1. 試料

平成22年4月から平成27年3月までに、健康安全研究センター広域監視部食品監視指導課（平成22年度、平成23年度）、食品監視第一課（平成24年度～平成26年度）、食品監視第二課（平成24年度～平成26年度）、多摩支所広域監視課（平成22年度、平成23年度）、市場衛生検査所、都内保健所により収去または購入された食品765検体（平成22年

度196検体、平成23年度136検体、平成24年度160検体、平成25年度138検体、平成26年度135検体）を検査対象とした。食品の内訳は、トウモロコシおよびトウモロコシ加工食品272検体、コメ加工品74検体、パパイヤ47検体、ダイズおよびダイズ加工食品372検体であった。

2. 試薬

DNA抽出：セチルトリメチルアンモニウムブロミド（CTAB）、DNeasy Plant Mini Kit（キアゲン社）、DNeasy Plant Maxi Kit（キアゲン社）、GM quicker（ニッポンジーン社）、GM quicker 2（ニッポンジーン社）、QIAGEN Genomic-tip 20/G（キアゲン社）、QIAGEN Genomic-tip 100/G（キアゲン社）。

定性PCR：AmpliTaq Gold with Buffer II（アプライドバイオシステムズ社）、各種プライマーおよび陽性コントロールプラスミド（ニッポンジーン社）。

定性リアルタイムPCR：TaqMan Universal Master Mix, TaqMan Gene Expression Master Mix（アプライドバイオシステムズ社）、各種プライマー、各種プローブおよび各種陽性コントロールプラスミド（ニッポンジーン社、アプライドバイオシステムズ社、ファスマック社）

定量PCR：TaqMan Universal Master Mix（アプライドバイオシステムズ社）、各種プライマー、各種プローブおよび各種標準プラスミドDNA溶液（ニッポンジーン社）。

3. 装置

試料粉碎：16スピードブレンダー（オースター社）。

DNA濃度測定：分光光度計 Ultrospec 3300pro（アマシヤムファルマシアバイオテック社）、NanoDrop 2000C（サー

^a 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科
169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

^b 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科（当時）

^c 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科

表 1. 安全性未審査の遺伝子組換え食品の検査結果

食品	検体数	陽性数	検知不能 [※]	食品	検体数	陽性数	検知不能 [※]
トウモロコシ (CBH351, Bt10)	268	0	1	コメ ^{※※}	74	0	2
(内訳) 穀粒	51	0	0	平成22年度	18	0	2
コーングリッツ	29	0	0	平成23年度～26年度	56	0	0
コーンフラワー	24	0	0	(内訳) ビーフン	11	0	2
コーンミール	3	0	0	米粉	41	0	0
スナック菓子	35	0	0	ライスペーパー	3	0	0
ポップコーン	16	0	0	おこげ	2	0	0
(含む ポリコーン)				米菓または生地	6	0	0
トウモロコシ缶詰	41	0	0	その他加工品	11	0	0
スープ	31	0	0	生鮮パパイヤ ^{※※※}	47	0	0
トウモロコシ茶	5	0	1	(アメリカ産 33, フィリピン産 11, 国産 3)			
コーンスターチ	5	0	0	平成22年度～23年度	18	0	0
冷凍トウモロコシ	2	0	0	平成24年度～25年度	22	0	0
タコス皮	9	0	0	平成26年度	7	0	0
その他加工品	17	0	0				

※: DNAの断片化等により内在性遺伝子が検出できなかった検体数
 ※※: 平成22年度 Btコメ (63Bt, NNBt)
 平成23～26年度 害虫抵抗性コメ (63Bt, NNBt, CpTI)

※※※: 平成22～平成23年度 55-1
 平成24～25年度 PRSV-YK
 平成26年度 PRSV-YK, PRSV-SC

モフィッシャーサイエンティフィック社).

定性PCR: GeneAmp PCR System 9700 (アプライドバイオシステムズ社).

定性リアルタイムPCR, 定量PCR: ABI PRISMTM 7900HT (アプライドバイオシステムズ社).

電気泳動: Mupid ミニゲル泳動装置 (アドバンス社).
 ゲル撮影: UV照射装置 NTM-15 (UVP社), ポラロイドカメラ DS-300L (フナコシ社).

4. 試験方法

検査は、厚生労働省通知「組換えDNA技術応用食品の検査方法について」、「安全性未審査の組換えDNA技術応用食品の検査方法について」、安全性未審査の組換えDNA技術応用食品の検査方法に関する通知、消費者庁通知「安全性審査済みの組換えDNA技術応用食品の検査方法について」および農林水産消費安全技術センターから示されている「JAS分析試験ハンドブック」に準じて実施した^{5,6,11-18}。ダイズ穀粒はCTAB法またはGM quicker法、ダイズ加工食品はCTAB法、コメ加工品はGM quicker 2法または Genomic-tip 100/G 法、トウモロコシ穀粒・加工食品およびパパイヤはDNeasy Plant Mini Kitを用いてDNA抽出を行い、内在性遺伝子が検出できない場合は、Genomic-tip 20/G 等にてDNAの再抽出を行った。

安全性未審査の遺伝子組換え食品については、定性試験を行った。また、安全性審査済み遺伝子組換え食品については、定性試験および定量試験を行った。

検査を実施した平成22年度から平成26年度の間に通知法の改正があり、安全性未審査のBtコメ (63Bt, NNBt) は、平成23年度から害虫抵抗性遺伝子組換えコメ (63Bt, NNBt, CpTI) に変更となり、検査法は従来の定性PCR法ではなくリアルタイムPCRを用いた定性リアルタイムPCR

法となった^{15,16}。また、通知法の改正のため、パパイヤ 55-1については、平成22年度から平成24年度までは定性PCR法により、平成25年度は定性リアルタイムPCR法を用いて検査を行った⁶。パパイヤPRSV-YKの検査は平成24年度から平成26年度に、PRSV-SCの検査は平成26年度に実施した^{17,18}。

結果及び考察

1. 安全性未審査の遺伝子組換え食品の検査結果

安全性未審査の遺伝子組換えトウモロコシ (CBH351, Bt10), コメ (63Bt, NNBt, CpTI), パパイヤ (55-1, PRSV-YK, PRSV-SC) の定性試験を行った (表1)。PRSV-YKについては平成24年度から平成26年度に、PRSV-SCについては平成26年度に検査を実施した。平成22年度から平成26年度の389検体中386検体は、安全性未審査の組換え品種が陰性であり、トウモロコシ茶1検体とビーン2検体の計3検体は検知不能であった。加工食品では、加工の過程でのDNAの断片化などのため、内在性遺伝子が検出されない場合があり、検知不能 (内在性遺伝子が検出できなかったもの) となる。なお、パパイヤ55-1は、平成23年12月に安全性審査済みとなり、平成24年度から平成25年度にも同検査を継続したが、検出されなかった。

2. 安全性審査済み遺伝子組換え食品の検査結果

1) ダイズ穀粒の検査結果

ダイズ穀粒について行った検査結果を表2に示した。平成22年度から平成24年度までに計158検体について定性試験を実施した結果、米国产ダイズ28検体中15検体、カナダ産ダイズ75検体中21検体、米国・カナダ産ダイズ3検体中2検体にラウンドアップレディーダイズ (RRS) が検出された。この定性試験が陽性であった検体について定量試験を

表 2. ダイズ穀粒の検査結果 (安全性審査済み品種)

	検体数	定性試験	定量試験 [※]			混入率 (%)
		陽性数 RRS	検出数 RRS LLS RRS2			
穀粒 平成22年度～平成24年度	158	38	12	-	-	0.10-0.19 (RRS)
(原産国内訳) 国産	51	0	0	-	-	
アメリカ	28	15	6	-	-	
カナダ	75	21	6	-	-	
アメリカ・カナダ	3	2	0	-	-	
中国	1	0	0	-	-	
平成25年度～平成26年度	34	-	1	0	0	0.21 (RRS)
(原産国内訳) 国産	7	-	0	0	0	
アメリカ	7	-	0	0	0	
カナダ	20	-	1	0	0	

- : 未実施

※: 定量下限 0.1%

平成 22年度～平成24年度はRRSのみ, 平成25年度～平成26年度はRRS, LLS, RRS2

表 3. ダイズ加工食品の定性検査結果 (安全性審査済み品種 RRS)

食品	検体数	陽性数	検知不能 [※]	検出率 (%)
豆腐	43	11	0	25.6
国産大豆使用	23	0	0	0
その他	20	11	0	55.0
凍り豆腐	13	11	0	84.6
厚揚げ (含む 油揚げ, がんもどき)	18	5	0	27.8
豆乳 (含む 大豆飲料)	22	3	0	13.6
おから	5	2	0	40.0
きなこ	24	2	0	8.3
大豆水煮	19	0	0	0
その他大豆加工品	36	12	0	33.3
計	180	46	0	25.6

※: DNAの断片化等により内在性遺伝子が検出できなかった検体数

表 4. トウモロコシ穀粒・半製品の検査結果 (安全性審査済み品種)

	検体数	定性試験 陽性数	定量試験 [※] 検出数	混入率	
				平均値 (%)	範囲 (%)
穀粒	51	10	4	0.3	0.20～0.44
コーンミール	3	3	0		
コーングリッツ	29	20	10	0.5	0.29～0.89
コーンフラワー	24	24	11	0.7	0.17～1.27
計	107	57	25		

※: 定量下限 0.1%

表 5. トウモロコシ加工食品の定性検査結果 (安全性審査済み品種)

食品	検体数	陽性数	検知不能 [*]	検出率 (%)
スナック菓子	35	12	0	34.3
ポップコーン (含む, ポリコーン)	16	0	1	0
トウモロコシ缶詰	44	0	0	0
スープ	31	3	0	9.7
トウモロコシ茶	5	0	2	0
コーンスターチ	3	0	0	0
冷凍トウモロコシ	2	0	0	0
タコス皮	9	7	0	77.8
その他加工品	18	2	0	11.1
計	163	24	3	15.0

※: DNAの断片化等により内在性遺伝子が検出できなかった検体数

表 6. 遺伝子組換えトウモロコシ品種の検査結果

食品	Event176	Bt11	T25	MON810	GA21
スナック菓子-1	-	-	+	-	-
スナック菓子-2	-	+	-	+	+
スナック菓子-3	-	-	-	+	-
スナック菓子-4	-	-	-	-	+
スナック菓子-5	-	-	+	-	-
スナック菓子-6	-	-	+	-	-
スナック菓子-7	-	-	+	+	-
スナック菓子-8	-	+	-	-	-
スナック菓子-9	-	+	-	-	-
スナック菓子-10	-	-	+	-	-
スナック菓子-11	-	+	-	-	-
スナック菓子-12	-	-	+	+	-
スープ-1	-	-	-	-	+
スープ-2	-	+	-	-	-
スープ-3	-	-	-	-	+
タコス皮-1	-	-	+	+	+
タコス皮-2	-	+	-	+	+
タコス皮-3	-	+	+	+	-
タコス皮-4	-	-	-	+	-
タコス皮-5	-	-	+	+	-
タコス皮-6	-	+	+	+	+
タコス皮-7	-	-	-	-	+

行った結果、38検体中12検体で定量下限 (0.1%) 以上の検出が認められた。これらのRRS混入率は、いずれも0.10~0.19%の範囲であり、意図しない混入率の基準である5%以下であった。

平成 24 年 11 月 16 日付の通知法改正で検査項目に RRS2 および LLS が追加され⁶⁾、平成 25 年度および平成 26 年度の計 34 検体については、定量試験 (RRS, LLS, RRS2) を実施した。その結果、カナダ産ダイズ 20 検体中 1 検体で 0.21% の RRS 混入率が認められたが、意図しない混入率の基準である 5% 以下であった。

2) ダイズ加工食品の検査結果

ダイズ加工食品について行った RRS の定性試験の検査結果を表 3 に示した。180 検体中 46 検体で RRS が検出され、豆腐、凍り豆腐、厚揚げ、豆乳、おからの検出率が高かった。豆腐 43 検体中、国産大豆が原料である 23 検体は、すべて陰性であった。

なお、加工食品中に含まれる遺伝子組換え作物の混入率

の定量法は確立されてはいないが、定性 PCR 法で陽性となった計 46 検体について、ダイズ穀粒の検知法に準じて定量試験を行った。大豆飲料 1 検体、大豆タンパク加工品 2 検体、大豆粉 1 検体の混入率が各々 0.17%、0.12%、0.23%、0.10% と比較的高かったが、いずれの検体も混入は微量であり、意図しない混入率の基準である 5% を下回った。

3) トウモロコシ穀粒の検査結果

安全性審査済みの遺伝子組換えトウモロコシ (Event176, Bt11, T25, MON810, GA21) の検査を行った。トウモロコシ穀粒および半製品 107 検体について行った定性および定量試験の結果を表 4 に示した。組換え遺伝子 CaMV35S (Event176, Bt11, T25, MON810 系統の共通プロモーター配列) および GA21 について定性試験を行った。組換え遺伝子 CaMV35S および GA21 は、トウモロコシ穀粒 51 検体中 10 検体で検出された。また、トウモロコシ半製品であるコーンミール、コーングリッツ、コーンフラワーからは 56 検体中 47 検体に検出された。陽性検体について定量試験

(定量下限0.1%)を行った結果、計57検体中25検体に検出が認められたが、いずれも混入率は0.17~1.27%の範囲であり、意図しない混入率の基準である5%を下回った。なお、コーングリッツおよびコーンフラワーの一部に、トウモロコシ内在性遺伝子であるSSIIB遺伝子のコピー数が低いものがあり、コーングリッツは20検体中8検体、コーンフラワーは24検体中8検体について、内在性遺伝子のコピー数が少ないため定量不能とした。

4) トウモロコシ加工食品の検査結果

トウモロコシ加工食品からの安全性審査済み遺伝子組換えトウモロコシの定性試験の検査結果を表5に示した。検査を行った163検体中、ポリコーン1検体およびトウモロコシ茶2検体の計3検体は、トウモロコシの内在性遺伝子SSIIBを検出できなかったため検知不能であった。遺伝子組換えトウモロコシは、160検体中24検体から検出された。

組換え遺伝子が検出されたスナック菓子、スープ、タコスの皮について、遺伝子組換えトウモロコシの品種(Event176, Bt11, T25, MON810, GA21)を系統特異的な定性PCRにより調べた結果を表6に示した。検出数は、T25とMON810が多く(10検体)、ついでBt11とGA21(8検体)であり、Event176の検出はなかった。陽性検体について定量試験を行ったところ、混入は微量であり、意図しない混入率の基準である5%を越えるものはなかった。

ま と め

平成22年度から平成26年度において入手した765検体について、安全性未審査および安全性審査済みの遺伝子組換え食品の検査を行った。安全性未審査の組換え遺伝子については、検査を行った389検体中3検体は検知不能となったが、386検体はいずれも陰性であった。一方、安全性審査済みの遺伝子組換えダイズおよびトウモロコシについては、検査を行った642検体中608検体に定性試験を、ダイズ穀粒34検体には定量試験を実施した。定性試験を行った検体の約27%、主にダイズ加工食品またはコーンフラワー等のトウモロコシ半製品、コーンスナック菓子、タコス皮から組換え遺伝子が検出されたが、定量試験を行った結果、それらの混入率に、意図しない混入率の基準値5%を越えるものはなく、いずれも微量の混入であった。

東京都の検査においては、安全性未審査の遺伝子組換え食品は、これまで検出されていない。しかし、遺伝子組換え農作物の生産量は世界的に増加し続けている。ダイズ、トウモロコシなどの大量の食品が輸入されている今日、食品の安全・安心を守るために、今後とも遺伝子組換え食品の検査を継続していくことが必要である。

文 献

- 厚生省告示第232号, 食品, 添加物の規格基準の一部改正, 2000.
- 厚生省告示第233号, 組換えDNA技術応用食品及び添加物の安全審査の手続き, 2000.
- 厚生労働省医薬局食品保健部企画課長及び監視安全科長: 食安発第3号, 食監発第47号, 遺伝子組換え食品に関する表示について(通知), 2001.
- 厚生労働省医薬局食品保健部長: 食安発第110号, 組換えDNA技術応用食品の検査方法について(通知), 2001.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部長: 食安発1116第3号, 安全性未審査の組換えDNA技術応用食品の検査方法について(通知), 2012.
- 消費者庁次長: 消食表第201号, 安全性審査済みの組換えDNA技術応用食品の検査方法について(通知), 2012.
- 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旨の公表がなされた遺伝子組み換え食品及び添加物一覧, <http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000071167.pdf> (2015年11月12日現在, なお本URLは変更または抹消の可能性がある)
- 門間公夫, 荒木理江, 市川久次, 他: 食衛誌, **45**(4), 184-190, 2004.
- 門間公夫: 東京健安研七 年 報, **59**, 15-25, 2008.
- 中野久子, 門間公夫, 鷺直樹, 他: 東京健安研七 年 報, **61**, 255-260, 2010.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部長: 食安発第0618001号, 組換えDNA技術応用食品の検査方法について(通知), 2008.
- 独立行政法人農林水産消費技術センター, 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, 2002.
- 独立行政法人農林水産消費安全技術センター, JAS分析試験ハンドブック, 遺伝子組換え食品検査・分析マニュアル第3版, 2012.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長: 食安監発第0220002号, 安全性未審査の中国産米加工品の検知法について(通知), 2007.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長: 食安監発0106第5号, 安全性未審査の中国産米及び米加工品の検知法について(通知), 2011.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長: 食安監発0528第1号, 安全性未審査の中国産米及び米加工品の検知法について(通知), 2012.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長: 食安監発0222第3号, 安全性未審査の遺伝子組換えパパイヤ(PRSV-YK)の暫定検査法について(通知), 2011.
- 厚生労働省医薬食品局食品安全部長: 食安発0709第1号, 安全性未審査の組換えDNA技術応用食品の検査方法の一部改正について(通知), 2013.

Results for the Examination of Genetically Modified Foods (April 2010–March 2015)

Hisako NAKANO^a, Kayo HAGINO^a, Motomu SHIMIZU^a, Naoki SAGI^b
Akiko TERAI^a, Mami OGAI^a, Kimio MONMA^a, Setsuko TABATA^a and Takeo SASAMOTO^a

The presence of genetically modified (GM) crops in various foods was monitored by official methods between April 2010 and March 2015 for various foods sampled in the Tokyo metropolitan area. GM crops (Bt rice, 63Bt rice, NNBT rice, and CpTI rice; CBH351 maize and Bt10 maize; and 55-1 papaya, PRSV-YK papaya, and PRSV-SC papaya), which have not undergone safety assessment, were qualitatively examined using polymerase chain reaction (PCR) or real-time PCR and were not detected in any of the 389 samples inspected. Six authorized GM crops (Roundup Ready Soybean, Event176, Bt11, T25, MON810, and GA21 maize) were examined by the same method and were detected qualitatively in approximately 27% of 608 samples. Their contents in the positive samples were measured using a quantitative real-time PCR and were below the mandatory threshold value (5%) of identity-preserved crops. Thus, no violation of labeling regulations was found in the food samples examined.

Keywords: genetically modified food, polymerase chain reaction, real-time PCR, maize, rice, papaya, soybean, processed food

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health.
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

^b Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out.