

短報

組換えDNA検査における
 食品の特性と結果の動向

—平成19年度 パパイヤ、コメ、トウモロコシ
 および大豆の組換えDNA検査結果より—

大森清美, 服部愛希, 渡邊裕子, 関戸晴子, 岸弘子

Characteristic of the processed food
 in the analysis of the genetically
 modified organisms and the trend
 of the analytical results

—Investigation on the qualitative and quantitative
 analysis of genetically modified foods
 in Kanagawa Prefecture (2007)—

Kiyomi OHMORI, Aki HATTORI,
 Hiroko WATANABE, Haruko SEKIDO
 and Hiroko KISHI

はじめに

神奈川県は、遺伝子組換え (GM) 食品の表示が義務化された平成13年度に、パパイヤの55-1、トウモロコシのCBH351、ジャガイモのNew leaf Yの定性試験を

40検体について開始した。その後、検査項目および検体数は年々増加し^{1-4,6)}、平成18年度からは、9種の組換え系統 (パパイヤの55-1、トウモロコシのCBH351およびBt10の定性試験、トウモロコシのMon810, T25, Bt11, Event176およびGA21、大豆のRRSについての定量試験) について90検体の検査を実施している。さらに、平成18年度には、厚生労働省の輸入検疫所において中国産のコメ加工食品から安全性未審査の組換えDNAが検出されたことから、厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知「安全性未審査の中国産米加工品の検知法について」(食安監発第0220001号、平成19年2月20日)が発令された。そこで本県は、平成19年度の検査項目としてコメのBtコメ検査 (定性試験) を追加し、90検体について10種の組換え系統の検査を行った (表1)。本報では、その結果について報告する。

方法

試験方法は、厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 (厚労通知)「組換えDNA技術応用食品の検査方法について」(食発第0629002号、平成18年6月29日)、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」(農林水産消費技術センター、平成14年6月)および厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知「安全性未審査の中国産米加工品の検知法について」(食安監発第0220001号、平成19年2月20日)に従い、安全性未審査の組換え遺伝子については定性試験を、安全性審査済み組換え遺伝子については定量試験を実施した。表1に検査項目および品目ごとの試験方法を示した。

通知法では、定量試験は原則としてトウモロコシおよび大豆ともに穀粒のみを対象品目としている。冷凍枝豆、

表1 平成19年度 組換え遺伝子検査項目及び試験方法

原料	品目	検体数	項目	試験方法	DNA抽出精製法	組換え系統	内在性遺伝子
パパイヤ	パパイヤ青果	6	定性	PCR法	(QIAGEN)DNeasy Plant Mini Kit 法	55-1	Papain
	ライスペーパー	4					
コメ	ライスヌードル	2	定性	PCR法	(NIPPON GENE) GM quicker2変法	Btコメ	SPS
	上新粉	3					
	餅	3					
トウモロコシ	トウモロコシ青果	4	定性	PCR法	(QIAGEN)DNeasy Plant Mini Kit 法	CBH351 Bt10	Zein
	トウモロコシ穀粒	4					
	コーンスナック菓子	6					
	コーンスープ	6					
	トウモロコシ青果	4					
トウモロコシ穀粒	4	定量	PCR法	(QIAGEN)DNeasy Plant Mini Kit 法	35S・GA21	SS II b	
大豆	大豆穀粒	11	定量	PCR法	(QIAGEN)DNeasy Plant Mini Kit 法 / (QIAGEN) Genomic-tip Kit 法	RRS	Le1
	冷凍枝豆	10					
	蒸し大豆	2					
	豆腐	13					
	豆乳	8					
	合計	38	定性				
		52	定量				

蒸し大豆、豆腐および豆乳は、大豆加工食品に分類されるため、通知法では定量試験を適用していない。しかしながら、加工食品へのGM作物混入に対する消費者の不安は大きいことから、神奈川県は、比較的加工程度が低いと考えられる大豆加工食品については定量試験を実施している。ただし、それらの加工食品の定量結果において違反が疑われた場合には、原料とされている大豆穀粒について通知法に従った定量試験を実施し、最終判定を行うこととしている。

使用機器類は、DNA測定装置にNanoDrop ND-1000 Spectrophotometer (NanoDrop Technologie (株))、遺伝子増幅装置にGeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems (株))、電気泳動装置にMupid ミニゲル泳動装置 (アドバンス (株))、ゲル撮影装置にBIOINSTRUMENT AE-6905H Image Saver HR (ATTO (株))、遺伝子定量装置にABI PRISM 7900 HT (Applied Biosystems (株))を用いた。

結果および考察

平成19年度に実施した組換え遺伝子の定性及び定量試験結果を表2及び表3に示した。

1. 定性試験結果

パイヤ6検体の55-1組換え系統を対象とした定性試験結果、トウモロコシ穀粒および青果各4検体のCBH351組換え系統およびBt10組換え系統の定性試験結果は、いずれも不検出であった。

トウモロコシ加工食品は、厚労通知においてBt10組換え系統検査の適用品目とされていないことから、CBH351組換え系統のみの検査を実施した。その結果、コーンスナック菓子6検体中、No.20 (コーンパフにキャラメルを塗した形態)については、3回の抽出DNA濃度は0~0.3ng/ μ Lと極端に低く、トウモロコシ内在性遺伝子のZeinが不検出となり、検知不能と判定された。類似した形態の他のコーンスナック菓子では、約200ng/ μ Lの抽出DNAが得られていることから、No.20の抽出DNAがほとんど得られなかった原因は、表面を覆っていたキャラメル成分によるDNA抽出の妨害ではなく、コーンパフの製造工程における加圧等によるDNAの損傷であることが推察された。

コメ加工食品 (ライスヌードル、ライスペーパー、上新粉および餅) を対象としたBtコメの定性試験では、12検体全てにおいて組換え遺伝子は不検出であった。ただし、フォーおよびビーフン等のライスヌードル4検体から得られた抽出DNAの濃度については、4~111ng/ μ Lと製品による差が大きく、ライスヌードルの原料もしくは製法が、抽出DNAの濃度に影響を及ぼしていること

が考えられた。

2. 定量試験結果

トウモロコシ青果4検体および穀粒4検体の定量試験では、アメリカ産のトウモロコシ穀粒 (No.43) から定量下限値 (0.1%) 未満ではあるが、0.04%のGA21が検出された。

大豆穀粒11検体の定量試験においても、RRS組換え系統の定量下限値 (0.5%⁵⁾) 未満ではあるが、1検体 (No.47) で0.1%のRRSが検出された。冷凍枝豆10検体のRRS定量では全て不検出であった。

蒸し大豆2検体は、大豆内在性遺伝子Le1のコピー数が、当所において下限の目安としている10000コピー未満であったことから、検知 (定量) 不能の判定となった。これらの蒸し大豆の抽出DNA濃度は319~577ng/ μ Lと高濃度であり、また、260nm/280nmの吸光度比についても1.91~1.96と、DNAの良好な純度の目安とされている1.7~2.0の範囲内にあった。それにもかかわらず、20ng/ μ L (定量PCRに供するDNA濃度) に希釈後の定量PCR結果では、各蒸し大豆のLe1のコピー数の平均値は約2300および約7400であった。そこで、蒸し大豆2検体のDNA試料液をそれぞれ100ng/ μ Lに調製し、定量PCRを実施したところ、いずれも20ng/ μ LのDNA試料液におけるLe1コピー数の約5倍 (約10900コピーおよび36800) の値が得られた。この結果から、No.68および69の蒸し大豆の抽出DNAでLe1コピー数が低値であった原因は、DNA試料液中にPCR反応の鋳型となりうるDNAが少ないことによるものであり、DNA試料液中の共存物質によるPCR反応の阻害によるものではないと考えられた。検体は常温保存が可能な真空パック状の製品であり、製造および包装工程において滅菌を目的とした加圧および加熱処理が施された可能性がある。それらの処理によりDNAが損傷を受け、PCR増幅が困難となったことが推察された。

豆腐13検体のRRS組換え系統の定量値は、定量下限値未満ではあったが、13検体全てから0.002~0.2%のRRSを検出した。

豆乳についても、No.90の検知不能を除く7検体で0.02~0.3%のRRSを検出した。No.90の豆乳から得られた抽出DNAの濃度は、537~581ng/ μ Lと高濃度であり、260nm/280nmの吸光度比は1.89~1.90、260nm/230nmの吸光度比も2.2付近と高値であった。しかし、20ng/ μ Lに希釈後の定量PCR結果では、Le1のコピー数は3000前後と低値であった。DNAの断片化などにより、PCR反応の鋳型となりうるDNAが減少したことが原因であるならば、蒸し大豆における検討結果のように、PCR反応に供するDNA量を増やすことで、Le1のコピー

表2 平成19年度 組換え遺伝子定性試験結果

検体No.	品目	産地/原産国	検査遺伝子	結果	GMに関する表示
1	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
2	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
3	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
4	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
5	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
6	パパイヤ青果	フィリピン	55-1	不検出	なし
7	トウモロコシ青果	埼玉県	CBH351/Bt10	不検出	なし
8	トウモロコシ青果	千葉県	CBH351/Bt10	不検出	なし
9	トウモロコシ青果	群馬県	CBH351/Bt10	不検出	なし
10	トウモロコシ青果	山梨県	CBH351/Bt10	不検出	なし
11	トウモロコシ穀粒	アメリカ	CBH351/Bt10	不検出	遺伝子組換えでない
12	トウモロコシ穀粒	アメリカ	CBH351/Bt10	不検出	遺伝子組換えでない
13	トウモロコシ穀粒	アメリカ	CBH351/Bt10	不検出	遺伝子組換えでない
14	トウモロコシ穀粒	アメリカ	CBH351/Bt10	不検出	遺伝子組換えでない
15	コーンスナック菓子	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
16	コーンスナック菓子	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
17	コーンスナック菓子	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
18	コーンスナック菓子	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
19	コーンスナック菓子	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
20	コーンスナック菓子	不明	CBH351	検知不能	遺伝子組換えでない
21	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
22	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
23	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	遺伝子組換えでない
24	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	なし
25	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	なし
26	コーンスープ	不明	CBH351	不検出	なし
27	ライスヌードル	中国	Btコメ	不検出	なし
28	ライスヌードル	台湾	Btコメ	不検出	なし
29	ライスヌードル	タイ	Btコメ	不検出	なし
30	ライスヌードル	ベトナム	Btコメ	不検出	なし
31	ライスペーパー	ベトナム	Btコメ	不検出	なし
32	ライスペーパー	ベトナム	Btコメ	不検出	なし
33	上新粉	不明	Btコメ	不検出	なし
34	上新粉	不明	Btコメ	不検出	なし
35	上新粉	不明	Btコメ	不検出	なし
36	餅	不明	Btコメ	不検出	なし
37	餅	不明	Btコメ	不検出	なし
38	餅	不明	Btコメ	不検出	なし

数は増大するものと考えられる。そこで、No.90のDNA試料液の濃度を100ng/ μ Lに調製し、定量PCRを実施した結果、Le1のコピー数は0になった。DNA試料液の濃度を高濃度にしたことにより、Le1のコピー数が減少したことから、20ng/ μ LのDNA試料液でのLe1コピー数が低値であった原因の一つとして、No.90のDNA試料液中の共存成分により、PCR反応が阻害されていたことが考えられた。

まとめ

以上の平成19年度の組換え遺伝子検査結果において、パパイヤ、トウモロコシ、コメ加工食品の安全性未審査

の組換えDNA系統については、38検体中1検体の検知不能を除き、37検体全てが不検出であった。安全性未審査の組換えDNA系統の定性試験については、平成13年度から実施しているが、これまでの検査結果において陽性結果は得られていない。しかしながら、安全性未審査の組換えDNA系統が食品に混入した場合には、健康への影響も危惧されることから、今後も安全性未審査の組換えDNA系統に関する監視は必要であると考えられる。

安全性審査済み組換えDNA系統の定量試験については、トウモロコシ穀粒のCaM (Mon810, T25, Bt11, Event176のスクリーニング) およびGA21, 大豆穀粒のRRSは、いずれも定量下限値未満ながら、微量の混入が認められた。

表3 平成19年度 組換え遺伝子定量試験結果

検体No.	品目	産地/原産国	検査遺伝子	結果	GMに関する表示
39	トウモロコシ青果	埼玉県	35S-GA21	不検出	なし
40	トウモロコシ青果	千葉県	35S-GA21	不検出	なし
41	トウモロコシ青果	群馬県	35S-GA21	不検出	なし
42	トウモロコシ青果	山梨県	35S-GA21	不検出	なし
43	トウモロコシ穀粒	アメリカ	35S-GA21	定量下限値未満検出(0.04%)	遺伝子組換えでない
44	トウモロコシ穀粒	アメリカ	35S-GA21	不検出	遺伝子組換えでない
45	トウモロコシ穀粒	アメリカ	35S-GA21	不検出	遺伝子組換えでない
46	トウモロコシ穀粒	アメリカ	35S-GA21	不検出	遺伝子組換えでない
47	大豆穀粒	カナダ	RRS	定量下限値未満検出(0.1%)	遺伝子組換えでない
48	大豆穀粒	カナダ	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
49	大豆穀粒	カナダ	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
50	大豆穀粒	アメリカ	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
51	大豆穀粒	アメリカ	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
52	大豆穀粒	中国	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
53	大豆穀粒	不明	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
54	大豆穀粒	不明	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
55	大豆穀粒	不明	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
56	大豆穀粒	不明	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
57	大豆穀粒	不明	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
58	冷凍枝豆	中国	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
59	冷凍枝豆	中国	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
60	冷凍枝豆	中国	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
61	冷凍枝豆	中国	RRS	不検出	なし
62	冷凍枝豆	台湾	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
63	冷凍枝豆	台湾	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
64	冷凍枝豆	台湾	RRS	不検出	なし
65	冷凍枝豆	台湾	RRS	不検出	なし
66	冷凍枝豆	タイ	RRS	不検出	遺伝子組換えでない
67	冷凍枝豆	タイ	RRS	不検出	なし
68	蒸し大豆	不明	RRS	検知不能	なし
69	蒸し大豆	不明	RRS	検知不能	なし
70	豆腐	アメリカ・カナダ	RRS	定量下限値未満検出(0.2%)	遺伝子組換えでない
71	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.1%)	遺伝子組換えでない
72	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.05%)	遺伝子組換えでない
73	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.05%)	遺伝子組換えでない
74	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.05%)	遺伝子組換えでない
75	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.02%)	遺伝子組換えでない
76	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.02%)	遺伝子組換えでない
77	豆腐	アメリカ	RRS	定量下限値未満検出(0.02%)	なし
78	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.01%)	遺伝子組換えでない
79	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.007%)	なし
80	豆腐	カナダ豆	RRS	定量下限値未満検出(0.004%)	遺伝子組換えでない
81	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.004%)	遺伝子組換えでない
82	豆腐	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.002%)	遺伝子組換えでない
83	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.3%)	遺伝子組換えでない
84	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.3%)	遺伝子組換えでない
85	豆乳	アメリカ	RRS	定量下限値未満検出(0.1%)	遺伝子組換えでない
86	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.07%)	遺伝子組換えでない
87	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.04%)	遺伝子組換えでない
88	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.02%)	遺伝子組換えでない
89	豆乳	不明	RRS	定量下限値未満検出(0.02%)	遺伝子組換えでない
90	豆乳	不明	RRS	検知不能	遺伝子組換えでない

大豆加工食品のRRS定量について、冷凍枝豆では10検体全てが不検出であり、平成15年度の検査開始以来、同様の結果であった。一方、平成19年度の豆腐および豆乳のRRS混入頻度は、定量下限値未満の混入では

あったが、20/20（検知不能を除く）の100%であった。平成18年度の遺伝子組換え食品の検査結果では、豆腐12検体中10検体（83%）、豆乳では検知不能以外の11検体中7検体（64%）でRRSの微量混入が認められてお

り⁶⁾、平成19年度における豆腐および豆乳のRRS混入頻度は、平成18年度に比べ増大していることが明らかになった。豆腐のRRS定量試験は平成14年度から、豆乳の同試験については平成18年度から実施しているが、これまでの検査結果において、RRS混入頻度は100%に至っていない。トウモロコシおよび大豆の生産量が多い国々では、生産性の高いGMトウモロコシの生産量が毎年増加し、非GMトウモロコシおよび非GM大豆の生産量は減少している⁷⁾。平成19年度の豆腐および豆乳の検査結果は、非GM作物およびGM作物の生産量における格差等により、非GM作物の完全な分別流通が困難になっている状況を伺わせる結果であった。GM作物の耕地比率はさらに増大することが予想される。消費者の「食品を選択する権利」をまもるためには、今後もGM作物の混入に対する監視を強化していく必要があると考える。

(平成20年7月28日受理)

文 献

- 1) 大森清美ほか：遺伝子組換え食品の分析結果（平成14年度），神奈川県衛生研究所研究報告，33，111-113（2003）
- 2) 大森清美ほか：遺伝子組換え食品の分析結果（平成15年度），神奈川県衛生研究所研究報告，34，56-58（2004）
- 3) 大森清美ほか：遺伝子組換え食品の分析結果（平成16年度），神奈川県衛生研究所研究報告，35，33-35（2005）
- 4) 大森清美ほか：遺伝子組換え食品の分析結果（平成17年度），神奈川県衛生研究所研究報告，36，59-61（2006）
- 5) 米谷民雄：遺伝子組換え体の検知に関する調査研究，厚生労働科学研究費補助金 バイオテクノロジー応用食品の安全性確保に関する研究 平成15年度総括・分担研究報告書（H15－食品－003），65-97（2004）
- 6) 大森清美ほか：県内流通遺伝子組換え食品の分析結果（平成18年度）－パパイヤ，トウモロコシおよび大豆の組換えDNA検査結果－，神奈川県衛生研究所研究報告，37，41-44（2007）
- 7) 独立行政法人農業環境技術研究所，GMO情報：除草剤耐性品種でなぜ収量が増えるのか？，情報：農業と環境，97（2008）