

ラボンアグリコンの分析値は 46mg であった。乳児・幼児用の豆乳飲料、また調整豆乳・無調整豆乳の一回の摂取目安量は 180~250ml であり、一回目安量中の大豆イソフラボンアグリコン量は 28~43mg であった。幼児用調製豆乳の一品目は一日摂取目安量が 425ml と他の豆乳と比較し多量であるため、イソフラボン量も 96mg と高値であった。大豆たんぱく質強化食品、いわゆる大豆プロテインパウダーの一回摂取目安量はおよそ 10~20g であり、イソフラボン量は 10~44mg であった。

## 2. 食品中の大豆イソフラボン成分の解析

大豆イソフラボンの成分分析では、食品により特徴があった。乳児用調製粉末大豆乳はアグリコンのゲニステイン、ダイゼインが多く含まれており、この二つの成分の合計がイソフラボン全体のおよそ 55% を占めていた。豆乳飲料は配糖体のダイジンとゲニスチンの割合が多く、この二つの成分がイソフラボン全体のおよそ 85% を占めていた。一方、大豆たんぱく質強化食品は配糖体のダイジン、マロニル配糖体のマロニルダイジン、アグリコンのダイゼイン、同様にゲニスチン、マロニルゲニスチン、ゲニステインを中心に含まれており、これらがイソフラボン全体のおよそ 85% を占めていた。

## 3. 型別イソフラボン含有量（重量%）

大豆イソフラボンは大きく分けてダイゼイン型、グリシテイン型、ゲニステイン型に分類される。大豆たんぱく質強化食品、および豆乳飲料はダイゼイン型とゲニステイン型の合計量がイソフラボン全体の 90% 以上を占めた。特にゲニステイン型が多く含まれており、大豆たんぱく質強化食品で 68%、豆乳・豆乳飲料で 56% と高値であった。また、調製粉末大豆乳もゲニステイン型を多く含み、ゲニステイン型 50%、ダイゼイン型 25%、グリシテイン型 25% の割合で含まれていた。

## 【考察】

### 1. 大豆イソフラボンの含有量と表示

乳児用大豆調製粉乳は一日の摂取目安量から 46mg のイソフラボンが検出された。また、乳児用豆乳飲料の一回の摂取目安量ではイソフラボン含量が 31mg と、一般の豆乳飲料よりもやや低い値であった。分析した食品の中で総イソフラボン含量が多かったものは、大豆たんぱく質強化食品であり、一食あたり 44mg を超えるものがあった。

2006 年、内閣府食品安全委員会は「大豆イソフラボンを含む特定保健用食品の安全性評価の基本的な考え方」を報告している。その中で閉経後女性及び男性において、「大豆食品からの一日当たり 70mg の大豆イソフラボン摂取を摂取目安量の上限値とする。特定保健用食品としての日常の食生活に上乗せして摂取する量の上限量を、大豆イソフラボンアグリコンとして一日当たり 30mg とする。妊婦、胎仔、乳児、幼児に対しては大豆イソフラボンを上乗せ摂取することは推奨できない。」としている。

乳児や幼児に対しては、動物試験において新生児動物に対する大豆イソフラボンの高濃度暴露により、生殖機能への影響等を示唆する報告があるが、ヒトでの報告からどの程度の量の大豆イソフラボン摂取が安全性上の問題があるか否か、科学的に判断できない。すなわち、イソフラボンを一日あたり 46mg 摂取した場

合、イソフラボンが乳児にどのような影響を及ぼすかは不明である。乳児期の感受性の高さや成人の摂取上限量を考慮して検討した場合、乳児用調製粉末大豆乳の摂取は十分に注意する必要があると考えられる。また、欧米人では乳児用調製粉末大豆乳を摂取していた乳児の追跡調査が行われ、若年成人期において内分泌および生殖器官に大きな問題は生じなかったことが報告されている。日本において乳児用調製粉末大豆乳に関する調査は行われておらず、今後、日本においても同様の追跡調査を行うべきである。

他方、今回調査に用いた大豆たんぱく質強化食品にイソフラボンの含有量に関する表示はなく、一回当たりのイソフラボン摂取量が上乗せ摂取上限量の 30mg を超える食品が散見された。大豆たんぱく質強化食品の中には、特に成長期の子供をターゲットとした商品もあり、大豆たんぱく質強化食品を摂取することにより、成長期の子供が知らずに大量のイソフラボンを摂取する可能性が考えられる。

## 2. 「乳児用調製粉末大豆乳や大豆たんぱく質強化食品」中の大豆イソフラボンの生体利用性

大豆イソフラボンはアグリコンと配糖体で吸収性や生体活性が異なることが報告されている。ヒトにおける単回投与実験では、アグリコンの吸収は配糖体よりも早く、吸収量も多いことが報告されている。すなわち、アグリコンの占める割合の多い乳児用調製粉末大豆乳と、配糖体の占める割合の多い豆乳飲料を摂取した場合では、同じイソフラボン量を摂取しても、異なる体内動態を示すとともに生物活性も異なる可能性があると考えられる。

また、アグリコンのダイゼインの一部は、さらにエクオール、または O-デスメチルアンゴレンシンに代謝されてから吸収される。エクオールは他のイソフラボンと比較し、最もエストロゲン様活性が強いことから、大豆イソフラボンの臨床的な作用はエクオールに依存するとの報告も多い。しかし、エクオールは特定の腸内細菌を保有しているヒトのみしか代謝することができない。従って、ダイゼイン型のイソフラボンを多く含む食品は、摂取側の腸内細菌叢の違いにより異なる効果を発揮する可能性がある。

本調査では大豆たんぱく質強化食品ではゲニステイン型の占める割合が高く、80%の割合がゲニステイン型の食品もあった。ゲニステイン型のイソフラボンは、他の成分と異なり、細胞増殖に影響を与えることや、乳癌リスクを低下させる可能性が報告されている。加えて、ゲニステインはダイゼインやグリシテインに比べてエストロゲンレセプターへの親和性が強く、エストロゲン様活性も強い。これらのことから、乳児及び小児については、その生殖器官が未発達であることを考慮すると、ゲニステイン型のイソフラボンを多く含む食品を、たんぱく質強化食品のように日常的な食品に上乗せして摂取することは注意が必要である。また、吸収率がよいアグリコン型のゲニステインを多く含む乳児用調製粉末大豆乳を、感受性の強い乳児期に摂取することの安全性に関しては検討が必要である。

以上より、今回の調査は大豆イソフラボンの安全性を評価するためのイソフラボンの科学的な根拠の提供に役立つと考えられた。また、大豆イソフラボンを含む「乳児用調製粉末大豆乳」や「大豆たんぱく質強化食品」は、含まれるイソフラボン成分の違いによる吸収性や生物活性を把握し、摂取する側の年齢、特に乳児・小児に対してはその感受性の強さを考慮したうえで、性別や個体特性等も含めて、その有効性と安全性を評価する必要があると考えられた。

表1. 乳児用調製粉乳、豆乳・豆乳飲料、および大豆たんぱく質強化食品の表示と大豆イソフラボン含有量

種類	名称	原材料名	1日または1回摂取目安量 (gまたはml)	分析値(アグリコン当量(mg))/ (1食または1日当)
製粉乳 乳児用調	調製粉末大豆乳	分離大豆たんぱく質、大豆白絞油	140 g / 日	46.4
	調製粉乳	レシチン(大豆由来)	143g / 日	0.3
	母乳代替食品無糖食品	調整脂肪(大豆白絞油)	154g / 日	0.0
豆乳・ 豆乳飲料	豆乳飲料*	大豆、大豆油、レシチン	250g ml / 回	31.2
	豆乳飲料**	大豆、大豆油、レシチン	425 ml / 日	96.4
	調製豆乳	有機大豆、レシチン	180 ml / 回	27.6
	調製豆乳	大豆、大豆油、レシチン	190 ml / 回	28.7
	無調整豆乳	大豆	200 ml / 回	42.6
大豆たんぱく質食品	たんぱく食品(プロテインパウダー)	大豆分離たんぱく質	28 g / 回	9.6
	プロテインパウダー(たん白補給食品)	粉末状大豆たんぱく質	20 g / 回	22.0
	プロテインパウダー(粉末たんぱく質飲料)	大豆たんぱく質	21g / 回	37.7
	プロテインパウダー(たん白質含有食品)	大豆たんぱく質	10g / 回	22.9
	大豆たんぱく食品	大豆分離たんぱく質、大豆レシチン	20g / 回	42.6
	粉末たんぱく飲料	大豆たんぱく質	21g / 回	44.2

\* 乳児用

\*\* 離乳後(9ヶ月)、幼児用濃厚タイプ。2倍に薄めて摂取する。

表2. 食品100g (100ml) 当りのイソフラボン成分量 (アグリコン換算値) mg/100g (100ml)

\* 乳児用

種類	名称	原材料名	ダイゼイン型							グリシテイン型							ゲニステイン型					総イソフラボン量 (mg/100g(100ml))
			D	MD	AD	SD	De	GI	MGI	AGI	SGI	Gle	G	MG	AG	SG	Ge					
乳児用	調製粉末大豆乳	分離大豆たんぱく質、大豆白絞油	0.7	1.8	0.3	0.0	6.0	0.7	0.4	6.8	0.0	0.7	2.5	0.0	1.2	0.0	12.1	33.1				
	調製粉乳	レンチン (大豆由来)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2				
豆乳・豆乳飲料	母乳代替食品無糖食品	調整脂肪 (大豆白絞油)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
	豆乳飲料*	大豆、大豆油、レンチン	3.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.2	0.0	0.3	12.5				
	豆乳飲料**	大豆、大豆油、レンチン	7.3	0.0	0.3	0.0	0.5	1.2	0.3	0.5	0.0	0.1	11.4	0.0	0.6	0.0	0.6	22.7				
	調製豆乳	有機大豆、レンチン	5.4	0.0	0.2	0.0	0.2	1.6	0.0	0.1	0.0	0.1	7.3	0.1	0.3	0.0	0.1	15.3				
	調製豆乳	大豆、大豆油、レンチン	6.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	7.6	0.0	0.0	0.0	0.1	15.1				
	無調整豆乳	大豆	6.8	0.1	0.2	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	0.2	0.3	0.0	0.7	21.3				
	大豆たんぱく質強化食品	たんぱく食品 (プロテインパウダー)	大豆分離たんぱく質	8.0	8.0	1.5	0.3	10.7	2.0	1.1	0.0	0.0	20.3	20.6	4.5	0.0	17.4	95.5				
		プロテインパウダー (たんぱく補給食品)	粉末状大豆たんぱく質	9.0	11.7	1.2	0.0	8.4	2.1	1.8	2.7	5.1	19.4	30.2	3.5	0.0	14.1	110.1				
		プロテインパウダー (粉末たんぱく質飲料)	大豆たんぱく質	0.1	26.4	1.1	0.2	0.1	0.5	4.2	0.6	0.2	8.6	80.9	0.1	20.7	34.1	179.7				
		プロテインパウダー (たんぱく質含有食品)	大豆たんぱく質	7.7	10.7	3.4	0.0	7.3	1.6	1.8	4.1	0.0	22.5	35.5	7.7	0.0	11.8	114.5				
大豆たんぱく食品		大豆分離たんぱく質、大豆レンチン	10.4	32.2	2.3	0.0	18.0	2.9	6.3	0.0	0.0	18.2	84.1	5.1	0.0	30.8	213.0					
粉末たんぱく飲料	大豆たんぱく質	9.9	21.9	2.3	0.8	23.2	2.1	3.9	4.2	0.0	29.2	65.3	3.6	0.0	41.2	210.4						

\*\* 離乳後 (9ヶ月)、幼児用濃厚タイプ。2倍に薄めて摂取すること。

<sup>1</sup>D: ダイジン (配糖体)、<sup>2</sup>MD: マロニルダイジン (マロニル配糖体)、<sup>3</sup>AD: アセチルダイジン (アセチル配糖体)、<sup>4</sup>SD: サクシニルダイジン (硫酸糖体)、<sup>5</sup>De: ダイゼイン (アグリコン)、<sup>6</sup>GI: グリシニン (配糖体)、<sup>7</sup>MGI: マロニルグリシニン (マロニル配糖体)、<sup>8</sup>AGI: アセチルグリシニン (アセチル配糖体)、<sup>9</sup>SGI: サクシニルグリシニン (硫酸糖体)、<sup>10</sup>Gle: グリシテイン (アグリコン)、<sup>11</sup>G: テニスチン (配糖体)、<sup>12</sup>MG: マロニルゲニスチン (マロニル配糖体)、<sup>13</sup>AG: アセチルゲニスチン (アセチル配糖体)、<sup>14</sup>AG: サクシニルゲニスチン (硫酸糖体)、<sup>15</sup>Ge: ゲニスチン (アグリコン)

表 3. 食品中の型別イソフラボンの割合 (重量比)

形態	名称	原材料名	Da <sup>1</sup> 型 (%)	Gly <sup>2</sup> 型 (%)	Ge <sup>3</sup> 型 (%)	総量 (%)
粉乳 乳児用調製	調製粉末大豆乳	分離大豆たんぱく質、 大豆白絞油	26	26	48	100
	調製粉乳	レシチン (大豆由来)	29	36	34	100
	母乳代替食品無糖食品	調整脂肪 (大豆白絞油)	N.D	N.D	N.D	N.D
豆乳・豆乳飲料	豆乳飲料*	大豆、大豆油、レシチン	34	5	60	100
	豆乳飲料**	大豆、大豆油、レシチン	36	9	55	100
	調製豆乳	有機大豆、レシチン	38	11	51	100
	調製豆乳	大豆、大豆油、レシチン	41	8	51	100
	無調整豆乳	大豆	35	3	61	100
大豆たんぱく食品	たんぱく食品 (プロテインパウダー)	大豆分離たんぱく質	30	4	66	100
	プロテインパウダー (たん白補給食品)	粉末状大豆たんぱく質	27	11	61	100
	プロテインパウダー (粉末たんぱく質飲料)	大豆たんぱく質	16	4	80	100
	プロテインパウダー (たん白質含有食品)	大豆たんぱく質	25	7	68	100
	大豆たんぱく食品	大豆分離たんぱく質、 大豆レシチン	30	6	65	100
	粉末たんぱく飲料	大豆たんぱく質	28	6	66	100

\* 乳児用

\*\* 離乳後 (9 ヶ月)、幼児用濃厚タイプ。2 倍に薄めて摂取する。

<sup>1</sup> Da: ダイゼイン、<sup>2</sup> Gly: グリシテイン、<sup>3</sup> Ge: ゲニステイン

# 研究実績報告書

1. 氏名 東泉 裕子

2. 期間

平成 22年 4月 1日～平成 23年 3月 31日

3. 受入機関

名称 : 独立行政法人国立健康・栄養研究所

所在地 : 東京都新宿区戸山1-2 3-1

4. 研究指導者

所属 : 独立行政法人国立健康・栄養研究所 食品保健機能プログラム

職名 : プログラムリーダー

氏名 : 石見 佳子

5. 研究課題

大豆イソフラボンの安全性評価に関する研究

6. 研究活動

①概要

平成22年4月1日より上記4の研究指導者の下で「大豆イソフラボンの安全性評価に関する研究」の研究課題に関し、大豆イソフラボンの安全性の評価を目的とした科学的根拠を提供するための研究を開始した。具体的には、1) 時間分解蛍光免疫測定 (RT-FIA) 法を用いた食品中のイソフラボン含量の分析方法の開発に関する研究を実施した。さらに、2) 大豆イソフラボン代謝産物の安全性を成長期ラットを用いて評価した。

②内容

大豆イソフラボンはエストロゲン様作用による骨代謝調節、抗酸化作用等その機能が注目される一方で、安全性に関しては十分に検討されていない。2006年、内閣府食品安全委員会は「大豆イソフラボンを含む特定保健用食品の安全性評価の基本的な考え方」を報告した。他方、大豆イソフラボンが濃縮・強化されていない食品には表示義務がないため、「大豆たんぱく質を強化した健康食品」や「乳児用調製粉乳」中のイソフラボン含量は不明であり、それらの食品からイソフラボンを多量に摂取している可能性がある。我々は昨年度、それらの食品中のイソフラボン含量を高速液体クロマトグラフ (HPLC) 法で測定し、報告した。今年度は、多くの検体を同時に分析することができる RT-FIA 法による食品中のイソフラボン含量の分析方法を検討した。

食品中のイソフラボンは主に HPLC 法、ガスクロマトグラフィー (GC-MS) 法で測定されている。RT-FIA 法は他の測定方法より簡易的で一度に多数の検体の測定が可能のため、TR-FIA 法で食品中のイソフラボン含量の測定が可能となれば、短時間で、より多くの食品サンプル中のイソフラボン含量の測定が可能となる。しか

し、TR-FIA 法による食品中のイソフラボン含量の測定方法は検討されていない。

他方、大豆イソフラボンのひとつであるダイゼインは、腸内で腸内細菌により代謝されエクオールとなる。近年、エクオールは他のイソフラボンと比べエストロゲン様活性が高いことが示唆されている。しかし、その安全性に関しては十分に評価されていない。

【目的】そこで、本年度は大豆イソフラボンの安全性を評価するための科学的な根拠を提供することを目的とし、1) TR-FIA 法を用いた食品中のイソフラボン含量の分析方法を検討した。さらに、2) 大豆イソフラボン代謝産物であるエクオールの安全性を成長期ラットを用いて評価した。

## 【方法】

### <実験 1 >

#### 1. 試料の調製

食品サンプルは固体状食品 1 品目、粉末状食品 4 品目、液体状食品 5 品目を用いた。食品中の大豆イソフラボンの調製は、厚生労働省が通知した「大豆イソフラボンを含む特定保健用食品等の取扱いに関する指針（食安発第 0823001 号）」別紙の方法に従って行った。

#### 2. 分析

TR-FIA 法による食品中の大豆イソフラボンの定量は、市販のキット (TR-FIA Genistein, Daidzein kit, LABMASTERTR) を使い、キットの説明書に記載されている方法に基づいて行った。はじめに抗-ウサギ IgG がコーティングされたマイクロストリップを Pre-washing し (Tween20 を加えたトリス塩酸緩衝液 (pH7.8))、20ul の食品抽出液、またはゲニステイン、ダイゼインそれぞれの標準液をマイクロストリップの中に入れた。その中へ、0.5%BSA 50mM トリス塩酸緩衝液 (pH7.8) で希釈したゲニステイン、またはダイゼインの抗原と、0.5%BSA 50mM トリス塩酸緩衝液 (pH7.8) で希釈したユーロピウムを、ゲニステインまたはダイゼインのトレーサーとして、それぞれのウェルに 100ul 加えた。マイクロストリップを室温で 90 分間振盪後、洗浄し、DELFLIA enhancement solution をそれぞれのウェルに 200ul 加え、さらに 5 分間室温で振盪した。その後、蛍光を DELFLIA Victor 1420 マルチラベルカウンター (Wallac) を用い測定した (励起波長: 340nm、発光波長: 615nm)。HPLC 法によるイソフラボンの定量は、厚生労働省が通知した方法に従って行った。

### <実験 2 >

#### 1. 動物と処置

実験には Sprague-Dawley 系雌ラット (3 週齢) を用いた。ラットは蒸留水を自由摂取とし、AIN-93G の飼料組成に基づいた飼料 (大豆油をコーン油に置換) を pair-feeding で与えた。ラットは 5 群に分け、賦形剤としてコーン油 0.2ml (コントロール群)、またはゲニステイン 8mg/日 (ゲニステイン群)、ダイゼイン 8mg/日 (ダイゼイン群)、エクオール 4mg/日 (低エクオール群)、エクオール 8mg/日 (高エクオール群) となるよう、それぞれをコーン油に混合し懸濁液として、経口投与を 21 日間行った。

## 2. 安全性評価

安全性の評価は血清グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT)、グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ (GPT) 活性、および血清ゲニステイン、ダイゼイン、エクオール濃度により行った。GOT、GPT の測定は市販のキット (トランスアミナーゼ CII-テストワコー、和光純薬株式会社) を用いた。また、血中のゲニステイン、ダイゼインおよびエクオール濃度は Gamache と Acworth らの方法に従い、HPLC 法で測定した。

【結果】(表 1-1、1-2)。

<実験 1> 食品中のゲニステイン、ダイゼイン含量の分析方法による比較

TR-FIA 法による固体食品中のゲニステイン、ダイゼインの分析値 (それぞれ 2092mg、1246mg) は、HPLC 法による分析値 (6534mg、4047mg) のおよそ 30% と低値であった。粉末状食品中の TR-FIA 法によるゲニステインの分析値は 25~73mg であり、HPLC 法での分析値 (12~22mg) と比べ、2~3 倍高値であった。一方、ダイゼインは 2 つの分析方法において、ほぼ同じ値であり、分析値は 5~17mg であった。液状食品中の TR-FIA 法によるゲニステインの分析値は 0.2~2.0mg であり、HPLC 法の分析値 (0.1~0.7mg) の 1.5~3.7 倍であった。また、TR-FIA 法によるダイゼインの分析値 (0.1~0.7mg) は、HPLC 法の分析値 (0.1~0.5mg) の 0.6~1.3 倍であった。変動係数は TR-FIA 法で 2.2~29.5%、HPLC 法で 0.2~3.9% であり、RT-FIA 法はばらついた結果となった。特に RT-FIA 法は、液状食品ではばらつきが強く認められた。RT-FIA 法と HPLC 法の分析値の相関係数は、粉末食品はゲニステインが 0.932、ダイゼインが 0.934、液状食品はゲニステインが 0.808、ダイゼインが 0.789 と高い相関を示した。

<実験 2> ゲニステイン、ダイゼイン、エクオールが成長期ラットの体重、臓器重量、血清 GOT・GPT に与える影響

成長期ラットへのエクオール投与は体重増加に強い影響を与えなかった。一方、肝臓重量(/100g 体重)はコントロール群 (3.53±0.34g)、ゲニステイン群 (3.55±0.33g) と比較し、ダイゼイン群 (4.38±0.20g)、低エクオール群 (4.03±0.38g)、高エクオール群 (4.77±0.47g) が高値を示した。また、ダイゼイン群の相対脾臓重量が他の群と比較し高値を示した。しかし、腎臓、胸腺、子宮重量においては、エクオール投与の影響は認められなかった。他方、血清 GOT、GPT に対するエクオール投与の影響は認められなかった。ゲニステイン投与群の血清中ゲニステイン濃度は 3.43±1.44 μmol/L であり、エクオール投与群の血清エクオール濃度は低エクオール投与群で 24.9±6.9 μmol/L、高エクオール投与群では 27.9±8.1 μmol/L であった。また、ダイゼイン投与群では血清中にダイゼイン (3.62±0.99 μmol/L) とエクオール (13.5±5.6 μmol/L) を検出した。

【考察】

<実験 1> 食品中のゲニステイン、ダイゼイン含量を RT-FIA 法と HPLC 法で比較した。RT-FIA 法は HPLC 法と比較し、粉末状、液体状食品で高値傾向がみられた。血中や尿中のイソフラボンの測定において、RT-FIA 法は GC-MS 法による測定値より高値となることが報告されている。今回、食品中のイソフラボン含量測定でも HPLC 法と比較し、同様の結果となった。HPLC 法と比べ RT-FIA 法は

ゲニステインの測定値が高値傾向にあるが、それらの測定値の間に高い相関が得られていることから、食品中のイソフラボン含量の測定を RT-FIA 法に適用できる可能性が示唆された。特に RT-FIA 法による粉末状食品のダイゼインの定量値は、HPLC 法による分析値とほぼ同じであった。

しかしながら、ゲニステイン、ダイゼインの種類による差、また固体、粉末、液体状等の状態の違いによる差、サンプル間での測定値のばらつきが大きいことから、更なる検討が必要である。また、今回は食品中のアグリコン値のみの測定であったが、サンプル調整の際に配糖体からアグリコンへの加水分解の工程を加えることで、食品中の配糖体も含めたイソフラボン含量を測定することが可能となる。今後は RT-FIA 法による食品中の総イソフラボン含量の測定方法の開発へとつながることが期待される。

<実験 2> ゲニステイン、ダイゼイン、エクオールを、成長期ラットを用いて評価した。エクオールは成長期ラットの体重、臓器重量に強い影響を与えなかったが、肝臓の相対重量がゲニステイン、ダイゼイン、エクオールを投与した群で高い傾向を示した。しかしながら、肝機能の指標である血清 GOT、GPT にそれらの影響は認められなかったことから、イソフラボンやエクオールは肝機能に対して強い影響はない可能性が示唆された。他方、イソフラボンは女性ホルモン様作用を持つことが報告されていることから、生殖器官への影響が懸念されている。特にエクオールの安全性に関しては十分に検討されていない。今回、イソフラボンおよびエクオールの子宮重量に対する影響は認められなかった。しかしながら、今後もエクオールの安全性に関する科学的根拠の蓄積が必要である。

### ③成果

本研究において、RT-TIA 法により食品中の総ダイゼイン含量の測定が、簡易的に一度に多検体の測定ができる可能性が示唆された。また、大豆イソフラボン代謝産物であるエクオールの安全性を成長期ラットにおいて確認した。以上より、今回の調査は大豆イソフラボンの安全性を評価するためのイソフラボンの科学的な根拠の提供に役立つと考えられた。

### ④主任研究者（又は受入研究者）の評価

本研究において、RT-TIA 法により食品中の総ダイゼイン含量を簡易的に測定できる可能性が示された。RT-TIA 法での食品中のイソフラボン含量の測定は全く検討されていないため、本研究は重要な基盤的データとなる。また、イソフラボンやエクオールの安全性の評価は早急に取り組むべき課題であり、本研究はエクオールの安全性評価における基礎データとして、重要な研究と言える。本研究は大豆イソフラボンを含む「健康食品」の適切な利用を可能にする基礎的な環境整備、さらには国民の食の安全・安心に貢献する研究であると評価できる。

主任研究者 石見 佳子

表 1-1. 食品 100g 当たりの Genistein mg/100g (100ml)

形状	名称	1食または1日当たりの摂取目安量	Genistein				
			TR-FIA 法*1		HPLC 法*2		(TR-FIA 測定値/HPLC 測定値) ×100 (%)
			分析値 (mg)	CV*3 (%)	分析値 (mg)	CV*3 (%)	
固体	大豆イソフラボン加工食品	0.25g/個	2092	2.2	6534	1.6	32.0
粉末	たんぱく食品 (プロテイン粉末)	28g/食	37.9	5.0	17.4	3.9	218
	大豆タンパク食品	20g/食	73.4	19.7	22.0	3.1	333
	調製粉末大豆乳	140g/日	25.2	11.6	12.1	0.2	208
	乾燥スープ	15g/食	41.1	9.4	14.4	0.9	285
液体	豆乳飲料*5	425g/個	1.96	12.2	0.555	2.8	354
	調製豆乳	180g/個	0.200	14.6	0.131	1.5	153
	調製豆乳	190g/個	0.263	21.6	0.120	0.9	219
	無調整豆乳	200g/個	1.30	19.2	0.735	0.6	177
	調整豆乳	200ml/個	1.56	11.8	0.418	1.0	373

\*1: 時間分解蛍光免疫測定法、\*2: 高速液体クロマトグラフ法、\*3: 変動係数 (intra-assay)

表 1-2. 食品 100g 当たりの Daidzein 量 mg/100g (100ml)

形状	名称	1食または1日当たりの摂取目安量	Daidzein				
			TR-FIA 法*1		HPLC 法*2		(TR-FIA 測定値/HPLC 測定値) ×100 (%)
			分析値 (mg)	CV*3 (%)	分析値 (mg)	CV*3 (%)	
固体	大豆イソフラボン加工食品	0.25g/個	1246	7.1	4047	1.4	30.8
粉末	たんぱく食品 (プロテイン粉末)	28g/食	10.6	6.7	10.7	2.3	99
	大豆タンパク食品	20g/食	17.2	10.2	12.9	1.6	133
	調製粉末大豆乳	140g/日	5.60	14.8	5.99	1.3	94
	乾燥スープ	15g/食	11.4	12.3	11.3	1.0	100
液体	豆乳飲料	425g/個	0.674	26.7	0.509	1.0	132
	調製豆乳	180g/個	0.111	23.4	0.173	1.3	64
	調製豆乳	190g/個	0.123	9.9	0.094	0.3	131
	無調整豆乳	200g/個	0.291	29.5	0.49	0.8	59
	調整豆乳	200ml/個	0.471	10.1	0.355	1.9	132

\*1: 時間分解蛍光免疫測定法、\*2: 高速液体クロマトグラフ法、\*3: 変動係数 (intra-assay)

