

Sprague-Dawleyラットの抗体産生能に及ぼすヨード卵およびDHA強化卵卵黄粉末の摂食効果

Hung, Pham
Laboratory of Food Chemistry, Faculty of Agriculture, Kyushu University

柚木, 真一
九州大学農学部食糧化学教室

森, 充生
九州大学農学部食糧化学教室

結城, 健司
九州大学農学部食糧化学教室

他

<https://doi.org/10.15017/23602>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 52 (1/2), pp.27-33, 1997-12. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

Sprague-Dawley ラットの抗体産生能に及ぼすコード卵 および DHA 強化卵卵黄粉末の摂食効果

Pham HUNG・柚木 真一・森 充生・結城 健司
野中 美智子・菅野 道廣・山田 耕路

九州大学農学部食糧化学教室

(1997年7月23日受付, 1997年8月25日受理)

Dietary Effect of Egg Yolk Powder Prepared from Iodine and DHA-enriched Eggs on Immunoglobulin Productivity of Sprague-Dawley Rats

Pham HUNG, Shin-ichi YUNOKI, Mitsuo MORI, Takashi YUKI,
Michiko NONAKA, Michihiro SUGANO and Koji YAMADA

Laboratory of Food Chemistry, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812-81

緒 言

食物および環境アレルギーの発症にはI型アレルギーが大きな役割を演じるが、その発症の出発段階はアレルギー特異的IgEの誘導である (Metcalf, 1991)。アレルギー特異的IgEは肥満細胞上の高親和性IgE受容体に結合し、さらにアレルギー物質により架橋されるとヒスタミンやロイコトリエンなどのケミカルメディエーターが放出され、アレルギー発症に至る。一方、腸管免疫系で生産されるIgAはアレルギーと結合してアレルギーの吸収を阻害することにより、血清中の主要抗体であるIgGはIgEとの競合を通じてI型アレルギー応答を抑制する (山田ら, 1995b)。食品中にはこれらのアレルギー反応を促進あるいは抑制する因子が存在しており、これらのアレルギー調節因子の複雑な相互作用によりアレルギーの発症が調節されている (山田ら, 1995, 1997)。

アレルギー促進活性は、胆汁酸 (Lim *et al.*, 1994) や不飽和脂肪酸 (Yamada *et al.*, 1996a) などの脂質成分に見出されており、高脂肪食の摂取がアレルギー応答を高める可能性がある (山田ら, 1997)。これらの脂質成分はラットリンパ球のIgE産生を促進し、IgAやIgGの産生を抑制することによりアレルギー反応を促進するが、不飽和脂肪酸のIgE産生

促進効果の発現は脂溶性抗酸化剤である α -トコフェロールの共存により抑制されることから、脂質過酸化物の生成がIgE産生の促進に寄与していると考えられる (Yamada *et al.*, 1996a)。また、天然抗酸化成分の一つである茶ポリフェノール、とくにエピガロカテキンガレート (EGCg) は、1 mM前後の高濃度ではIgE産生を促進するが、0.1 mM以下ではIgE産生抑制作用を示し、抗アレルギー的に働くと考えられている (Yamada *et al.*, 1997)。さらに、ニラ科野菜の抽出液中にはIgA産生を促進し、IgE産生を抑制する抗アレルギー成分が存在することが示唆されている (Kaku *et al.*, 1997)。

これら抗体産生調節因子に加え、茶ポリフェノールをはじめとする種々のフェノール性成分や二重結合数3個以上の高度不飽和脂肪酸がラット腹腔肥満細胞のケミカルメディエーター放出抑制を通じて抗アレルギー作用を示すことが報告されている (Matsuo *et al.*, 1996, 1997; Yamada *et al.*, 1996b)。なかでも、ドコサヘキサエン酸 (DHA) はラット肥満細胞のLTB₄放出を強く阻害することから、抗アレルギー因子として有望視されているが (Yamada *et al.*, 1996b)、脂質過酸化に伴うIgE産生促進効果も強く (Yamada *et al.*, 1996a)、生体内でいずれの効果が発現するかについて検討する必要がある。そこで、ニワトリに

DHA を含む餌を投与して調製された DHA 強化卵の卵黄粉末をラットに摂食させ、抗体産生系に及ぼす影響について検討した。また、健康志向卵の一つであるヨード卵が抗アレルギー効果を有することが報告されているので(磯野ら, 1991), ヨード卵より調製した卵黄粉末の抗体産生調節機能についても検討した。

材料および方法

通常卵および DHA 強化卵の卵黄粉末は全農より、ヨード卵の卵黄粉末は日本農産工業(株)より、大豆油は不二製油(株)より供給されたものを用いた。卵黄粉末および大豆油の脂肪酸組成は Ikeda らの方法(Ikeda *et al.*, 1989) により測定した。ウシ胎児血清(FBS)は Intergen 社より購入した。

実験動物には 4 週齢の Sprague-Dawley 雄ラット(セアック吉富)を用い、3 日間の予備飼育後 4 群に分け(各群 5 匹)、以下の組成の食餌を 3 週間自由摂食させた。対照群には 20% カゼイン食を与え、卵黄粉末投与量は飼料の 10% とし、卵黄粉末より供給されるタンパク量をカゼイン投与量から差し引いてタンパク量を 20% に揃えた。同様に脂質投与量は大豆油と卵黄粉末由来の油を合計して 7% とした。その他の食餌成分投与量(%)は、コンスターチ 40、糊化コーンスターチ 13.2、蔗糖 10、セルロース 5、ミネラル混合物 3.5、ビタミン混合物 1.0、L-シスチン 0.3、コリン酒石酸塩 0.25、*tert*-ブチルヒドロキノン 0.0014 とした。

摂食開始後 7, 14 日目に尾部より採血し、血清中の総抗体濃度およびオボアルブミンもしくはカゼイン特異的抗体濃度を Lim らの方法(Lim *et al.*, 1994) に従い、酵素抗体法にて測定した。血清中の脂質過酸化物質濃度はチオバルビツール酸法に従い、市販の測定キット(テストワコー, 和光純薬)を用いて定量した。

飼育終了後、脾臓および腸間膜リンパ節(MLN)から Lim らの方法(Lim *et al.*, 1994) に従いリン

パ球を分離し、その T 細胞組成をサイトフルオロメーター(EPICS PROFILE II)を用いて Osada らの方法(Osada *et al.*, 1995) に従い測定した。また、これらリンパ球を 10% FBS 添加 RPMI 1640 培地中で 4 時間(IgE 測定用)もしくは 72 時間(IgA, IgG および IgM 測定用)培養し、培養上清中の抗体濃度を酵素抗体法を用いて測定した。

実験結果の統計処理は Duncan の方法(Duncan, 1955) により行なった。

結果および考察

1) 血中脂質過酸化物質濃度に及ぼす影響

脂質過酸化物質の生成はラットリンパ球の IgE 産生の促進および IgA や IgG 産生の抑制を通じて I 型アレルギーを促進する可能性がある(Yamada *et al.*, 1996a)。そこで、卵黄粉末摂食ラット血清中の脂質過酸化物質濃度を測定し、生体内での過酸化の程度を比較した(Table 1)。カゼイン群では飼育期間中に TBA 値が増加する傾向が認められたが、卵黄粉末投与群では TBA 値の上昇が抑制された。しかし、その差は有意なものではなかった。DHA 強化卵の卵黄粉末の脂肪酸組成はパルミチン酸 27%、ステアリン酸 9%、オレイン酸 40%、リノール酸 15%、アラキドン酸 1.5%、DHA 3.1% であり、通常卵およびヨード卵では DHA 含量がそれぞれ 2.7 および 1.4% と低い以外は同様な脂肪酸組成を与えた。一方、食餌脂肪として用いた大豆油の脂肪酸組成はパルミチン酸 11%、ステアリン酸 3%、オレイン酸 20%、リノール酸 55%、 α -リノレン酸 9.5% であり、二重結合数 2 個以上の多価不飽和脂肪酸の割合は卵黄粉末では 20% 前後にすぎないが、大豆油では 84% に達する。この多価不飽和脂肪酸の含量の違いが血清脂質の TBA 値の違いをもたらした可能性がある。

Table 1 Effect of egg yolk powder feeding on serum TBARS level of Sprague-Dawley rats.

Group	Serum TBA value (nmol MDA/ml)			
	Day 0	Day 7	Day 14	Day 21
Casein	1.19±0.08	1.72±0.35	1.56±0.27	1.87±0.30
Normal	1.19±0.08	1.24±0.23	1.38±0.09	1.40±0.15
Iodine	1.19±0.08	1.32±0.11	1.43±0.16	1.39±0.29
DHA-enriched	1.19±0.08	1.28±0.16	1.08±0.16	1.18±0.09

Data are means ± SE (n=5).

Table 2 Effect of egg yolk powder feeding on serum immunoglobulin level of Sprague-Dawley rats.

Group	Day	IgA ($\mu\text{g/ml}$)	IgE (ng/ml)	IgG (mg/ml)	IgM ($\mu\text{g/ml}$)
	0	77 \pm 16	143 \pm 12	9.5 \pm 3.7	300 \pm 47
Casein	7	105 \pm 25	90 \pm 11	31.1 \pm 9.6	298 \pm 45
Normal	7	152 \pm 21	121 \pm 19	25.9 \pm 4.5	530 \pm 96
Iodine	7	118 \pm 10	97 \pm 9	73.1 \pm 29.4	462 \pm 85
DHA-enriched	7	93 \pm 8	113 \pm 19	61.7 \pm 19.0	381 \pm 50
Casein	14	133 \pm 17	122 \pm 5	38.5 \pm 1.9	441 \pm 46
Normal	14	131 \pm 12	110 \pm 6	45.2 \pm 11.6	687 \pm 121
Iodine	14	125 \pm 13	131 \pm 14	45.1 \pm 13.2	538 \pm 37
DHA-enriched	14	99 \pm 8	117 \pm 3	70.0 \pm 29.0	387 \pm 66
Casein	21	107 \pm 15	103 \pm 4	77.5 \pm 24.5 ^a	627 \pm 113 ^a
Normal	21	118 \pm 12	96 \pm 3	29.7 \pm 4.3 ^b	576 \pm 72 ^a
Iodine	21	91 \pm 14	88 \pm 8	7.4 \pm 1.4 ^b	324 \pm 43 ^b
DHA-enriched	21	93 \pm 11	113 \pm 9	45.4 \pm 19.6 ^{ab}	271 \pm 19 ^b

Data are means \pm SE (n=5) and values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 3 Effect of egg yolk powder feeding on ovalbumin-specific serum immunoglobulin level of Sprague-Dawley rats.

Group	Day	IgA (ng/ml)	IgE (ng/ml)	IgG (ng/ml)	IgM (ng/ml)
	0	2.32 \pm 0.34	27.1 \pm 1.8	88.5 \pm 10.9	245 \pm 55
Casein	7	1.04 \pm 0.20	22.3 \pm 2.1 ^a	62.4 \pm 5.5	274 \pm 37 ^a
Normal	7	1.23 \pm 0.28	30.6 \pm 2.5 ^b	63.1 \pm 5.8	168 \pm 34 ^{ab}
Iodine	7	2.42 \pm 0.72	38.6 \pm 2.5 ^c	84.7 \pm 14.6	193 \pm 45 ^{ab}
DHA-enriched	7	1.13 \pm 0.25	28.1 \pm 1.8 ^{ab}	78.3 \pm 5.1	133 \pm 18 ^b
Casein	14	4.89 \pm 1.27	28.9 \pm 1.9	68.2 \pm 15.3	343 \pm 107
Normal	14	2.72 \pm 0.57	25.0 \pm 0.8	77.1 \pm 9.2	238 \pm 31
Iodine	14	2.91 \pm 1.08	25.2 \pm 2.3	71.3 \pm 12.8	219 \pm 46
DHA-enriched	14	5.09 \pm 0.49	28.2 \pm 3.4	77.1 \pm 12.8	214 \pm 71
Casein	21	1.92 \pm 0.25	19.8 \pm 1.5 ^a	65.0 \pm 12.6 ^{ab}	355 \pm 97 ^a
Normal	21	1.93 \pm 0.65	32.6 \pm 4.4 ^b	88.5 \pm 9.0 ^a	423 \pm 40 ^a
Iodine	21	3.11 \pm 1.10	20.8 \pm 0.7 ^a	63.1 \pm 13 ^{ab}	268 \pm 48 ^{ab}
DHA-enriched	21	2.91 \pm 0.57	20.6 \pm 1.9 ^a	39.5 \pm 7.9 ^b	135 \pm 15 ^b

Data are means \pm SE (n=5) and values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

2) ラット血清抗体レベルに及ぼす影響

Table 2 に血清中の各種抗体濃度の経時的変化を示した。IgA 濃度は摂食期間中に上昇する傾向を示し、カゼイン群では14日目に、通常卵群では7日目に、ヨード卵群では14日目に最大値を与えた。しかし、DHA 強化卵群では IgA 濃度の上昇は認められなかった。IgE 濃度は摂食開始後減少する傾向が認められた

が、食餌による違いは認められなかった。IgG 濃度は摂食期間中に顕著に増加したが、カゼイン群では摂食期間とともに増加したのに対し、通常卵および DHA 強化卵群では14日目に、ヨード卵群では7日目に最大値を与えた後、21日目には減少した。IgG 濃度の上昇効果は通常卵群よりヨード卵および DHA 強化卵群で高い傾向が認められたが、21日目の減少は

Table 4 Effect of egg yolk powder feeding on casein-specific serum immunoglobulin level of Sprague-Dawley rats.

Group	Day	IgA (ng/ml)	IgE (ng/ml)	IgG (ng/ml)	IgM (ng/ml)
	0	1.13±0.13	24.8±1.9	155±25	230±40
Casein	7	0	27.4±3.8	113±10	110±20
Normal	7	0	29.2±4.4	119±15	110±20
Iodine	7	0	27.8±2.7	141±16	97±17
DHA-enriched	7	0	27.8±2.7	141±16	97±17
Casein	14	0 ^a	30.3±0.2	110±11	47±16 ^a
Normal	14	1.26±0.26 ^b	30.3±3.2	141±21	141±19 ^b
Iodine	14	0 ^a	28.3±3.6	141±23	199±15 ^b
DHA-enriched	14	2.05±0.20 ^c	30.3±2.7	146±17	190±28 ^b
Casein	21	0	22.3±0.2 ^a	83±5	185±54 ^{ab}
Normal	21	0	26.1±1.2 ^b	107±10	230±19 ^a
Iodine	21	1.26±0.22	23.9±0.4 ^{ab}	115±13	236±12 ^a
DHA-enriched	21	0	26.8±1.4 ^b	89±12	106±20 ^b

Data are means ± SE (n=5) and values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

ヨード卵群で最も顕著であり、DHA 強化卵群で最も緩やかであった。血清 IgM 濃度もカゼイン群では経時的に増加したのに対し、卵黄粉末投与群では14日目に最大値を与えた後、21日目に低下する傾向が認められた。IgM 濃度の上昇効果は DHA 強化卵群で最も弱いものであった。これらの結果は卵黄粉末の摂食が抗体産生系になんらかの影響を及ぼすことを示している。

Table 3 は血清中のオボアルブミン特異的抗体の定量結果を示している。実験に用いたラットは摂食開始時点でオボアルブミン特異的 IgA, IgE, IgG および IgM のすべてを発現しているが、これは離乳後卵タンパク質を含む食餌で飼育されていたことによるものである。オボアルブミン特異的抗体濃度は総抗体濃度と比較すると経時変化が少なく、食餌による影響も小さなものであった。Table 4 に示したカゼイン特異的抗体濃度においても同様な結果が得られた。ただし、カゼイン特異的 IgA 濃度は全般的に低く、しばしば検出不能となった。その他の抗体種においては、カゼイン特異的抗体は摂食開始時より検出され、離乳後の食餌に乳タンパク質も含まれていたことが明らかである。カゼイン特異的 IgE 濃度においては、経時変化および食餌による影響はほとんど認められなかった。カゼイン特異的 IgG および IgM 濃度においては、かなりの経時変化が認められたが、食餌成分による影響はほとんど認められなかった。

3) 脾臓および腸間膜リンパ節リンパ球の抗体産生能に及ぼす影響

Table 5 にラットリンパ球の T 細胞集団解析結果を示した。CD4 陽性細胞はヘルパー T 細胞を含み、抗体産生を促進する。一方、CD8 陽性細胞はサブプレッサー T 細胞を含み、抗体産生を抑制する。したがって、CD4 陽性細胞と CD8 陽性細胞の比が高い場合、抗体産生系が活性化されていると考えられている。全身免疫系に属する脾臓リンパ球においては、通常卵群で CD4 陽性細胞の割合が高い傾向が認められたが、有意差はなかった。CD8 陽性細胞の割合はカゼイン群と比べ、通常卵群で高く、ヨード卵および DHA 強化卵群で低い傾向が認められた。その結果、CD4⁺/CD8⁺ 比はヨード卵および DHA 強化卵群で有意に高いという結果が得られた。腸管免疫系に属し、IgA の産生を通じて生体防御に重要な役割を演じている MLN リンパ球では、通常卵群で CD4 陽性細胞の割合が若干高く、ヨード卵および DHA 強化卵群で有意に低い結果が得られ、脾臓リンパ球とは異なる傾向が認められた。CD8 陽性細胞においては、脾臓リンパ球と同様に通常卵群で高く、ヨード卵および DHA 強化卵群で低い傾向が見られた。CD4⁺/CD8⁺ 比においては、有意な差は認められなかった。以上の結果は、卵黄粉末の摂食が脾臓および MLN のリンパ球の T 細胞組成になんらかの影響を及ぼすことを示している。

Table 5 Effect of egg yolk powder feeding on T cell population of spleen and mesenteric lymph node lymphocytes of Sprague-Dawley rats.

Group	CD4 ⁺ (%)	CD8 ⁺ (%)	CD4 ⁺ /CD8 ⁺
Spleen			
Casein	42.7±1.1	18.8±1.6 ^{ab}	2.35±0.11 ^a
Normal	45.1±0.7	21.5±1.4 ^a	2.13±0.06 ^a
Iodine	43.7±2.9	15.5±0.7 ^b	2.81±0.04 ^b
DHA-enriched	44.9±1.6	16.1±1.7 ^b	2.90±0.14 ^b
MLN			
Casein	52.1±2.3 ^a	16.7±0.3 ^a	3.11±0.12
Normal	54.1±2.0 ^a	18.2±0.7 ^a	2.98±0.12
Iodine	44.5±1.9 ^b	14.2±0.8 ^b	3.20±0.30
DHA-enriched	46.9±2.0 ^{bc}	14.7±0.8 ^{bc}	3.22±0.17

Data are means ± SE (n=5) and values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 6 Effect of egg yolk powder feeding on immunoglobulin productivity of spleen and mesenteric lymph node lymphocytes of Sprague-Dawley rats.

Group	IgA (ng/ml)	IgE (ng/ml)	IgG (ng/ml)	IgM (ng/ml)
Spleen				
Casein	0	1.98±0.21	18.0±0.6 ^a	64±1 ^a
Normal	0	2.08±0.27	19.8±0.3 ^b	85±1 ^b
Iodine	0	1.94±0.30	26.8±0.5 ^c	125±3 ^c
DHA-enriched	0	1.61±0.24	21.8±0.6 ^c	85±2 ^b
MLN				
Casein	4.02±1.00	2.20±0.29	16.5±0.4 ^a	15.0±0.4 ^a
Normal	4.92±0.76	2.57±0.28	17.3±0.3 ^a	21.4±0.8 ^b
Iodine	3.50±0.25	3.01±0.30	17.7±0.4 ^a	20.4±0.5 ^b
DHA-enriched	4.54±1.18	2.86±0.33	19.3±0.4 ^b	32.5±1.3 ^c

Data are means ± SE (n=5) and values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 6 はリンパ球の抗体産生能に及ぼす影響を示している。ラットリンパ球培養上清中の IgE 濃度は 4 もしくは 6 時間以内に最高値を与えることから (Lim *et al.*, 1994; Yamada *et al.*, 1996a), IgE 濃度の測定には 4 時間培養上清を用い、その他の抗体濃度は 72 時間培養上清を用いて抗体濃度を測定した。脾臓リンパ球は IgA 産生能が低く、本実験では培養上清中に IgA は検出されなかった。IgE 産生能は DHA 強化卵群で低い傾向が認められたが、有意差は認められなかった。IgG および IgM 産生能は卵黄粉末摂食群で有意に高く、IgM 産生能についてはヨード卵群で顕著に高い結果が得られた。MLN リンパ球では、カゼイン群に比べ通常卵および DHA 強化卵

群で IgA 産生能が高く、ヨード卵群で低い傾向が認められたが、有意な差ではなかった。IgE 産生能は卵黄粉末投与群で高い値が得られたが、有意差は認められなかった。IgG 産生能は卵黄粉末投与群で増加する傾向を示し、DHA 強化卵群で有意に高い値が得られた。IgM 産生能においても、卵黄粉末群で有意に高い値が得られ、DHA 強化卵群で最も高い活性が得られた。

食品中には種々の抗体産生調節因子が存在しており、リンパ球の抗体産生をクラス特異的に調節している (山田, 1995a)。胆汁酸、不飽和脂肪酸および過酸化水素は IgE 産生を促進し、その他の抗体の産生を抑制する (Lim *et al.*, 1994; Yamada *et al.*, 1996a)。

合成色素のなかでは、ハロゲン原子を有するキサンテン色素がIgE産生を特異的に促進し、なかでもローズベンガルが強いIgE産生促進効果を示す(Kuramoto *et al.*, 1996)。これらの成分はI型アレルギーに対して促進的に働くと考えられるが、茶ポリフェノールの主要成分であるEGCGはIgA産生の促進およびIgE産生の抑制を通じてI型アレルギーに対して抑制的に作用する(Yamada *et al.*, 1997)。しかしながら、これら細胞実験で得られた結果が必ずしも生体レベルで発現するとは限らず、実験動物を用いた摂食試験により効能を確認する必要がある。

今回用いた健康志向卵のなかでは、ヨード卵およびDHA強化卵は脾臓リンパ球のIgG産生能を上昇させ、ヨード卵はIgM産生能を強く活性化した。一方、腸管免疫系に属するMLNリンパ球のIgA産生能には見るべき効果を示さず、IgG産生能についてはDHA強化卵で有意な増強が認められたにとどまったが、IgM産生能においては通常卵を含め、すべての卵黄粉末投与群で有意な増強が認められた。しかしながら、IgE産生能についてはいずれのリンパ球においても見るべき効果は認められなかった。これらの結果は、これら健康志向卵の卵黄粉末の免疫調節機能のなかではIgGおよびIgM産生の活性化を通じた免疫増強作用が重要な意義を有することを示唆する。

要 約

DHA強化卵およびヨード卵の抗アレルギー作用の有無を明らかにするため、これらの健康志向卵の卵黄粉末を10%レベルでSprague-Dawleyラットに摂食させ、血中抗体レベルおよびリンパ球の抗体産生能に及ぼす影響を検討した。ヨード卵あるいはDHA強化卵投与ラットでは脾臓リンパ球のIgG産生能が上昇し、ヨード卵摂食によりIgM産生が強く活性化された。腸間膜リンパ節リンパ球のIgG産生能についてはDHA強化卵で有意な増強が認められたにとどまったが、IgM産生能においては通常卵を含め、すべての卵黄粉末投与群で有意な増強が認められた。しかしながら、IgE産生能についてはいずれのリンパ球においても見るべき効果は認められなかった。これらの結果は、これら健康志向卵の卵黄粉末の免疫調節機能のなかではIgGおよびIgM産生の活性化を通じた免疫増強作用が重要な意義を有することを示唆する。

文 献

Duncan D. B. 1955 Multiple range and multi-

- ple *F* test. *Biometrics*, **11**: 1-42
- Ikedo, I., Y. Tomari and M. Sugano 1989 Interrelated effect of dietary fiber and fat on lymphatic cholesterol and triglyceride absorption. *J. Nutr.*, **119**: 1383-1387
- 磯野恵美子・井上 肇・安藤和正・久保田賢子・芋川英紀・石田寛友 1991 アラキドン酸耳介炎症マウスに及ぼすヨード強化卵の影響. *炎症*, **11**: 272-274
- Kaku, S., K. Yamada, N. Hassan, T. Watanabe and M. Sugano 1997 Effect of vegetable extracts on immunoglobulin production by mesenteric lymph node lymphocytes of Sprague-Dawley rats. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**: 558-560
- Kuramoto, Y., K. Yamada, O. Tsuruta and M. Sugano 1997 Stimulating effect of xanthene dyes on immunoglobulin produced *in vitro* by rat spleen lymphocytes. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**: 723-725
- Lim, B. O., K. Yamada and M. Sugano 1994 Effect of bile acids and lectins on immunoglobulin production in rat mesenteric lymph node lymphocytes. *In Vitro Cell. Develop. Biol.*, **30A**: 407-413
- Matsuo, N., K. Yamada, K. Yamashita, K. Shoji, M. Mori and M. Sugano 1996 Inhibitory effect of tea polyphenols on histamine and leukotriene B₄ release from rat peritoneal exudate cells. *In Vitro Cell. Develop. Biol.*, **32**: 340-344
- Matsuo, N., K. Yamada, K. Shoji, M. Mori and M. Sugano 1997 Effect of tea polyphenols on histamine release from rat basophilic leukemia (RBL-2H3) cells: the structure-inhibitory activity relationship. *Allergy*, **52**: 58-64
- Metcalf D. D. 1991 Food allergy. *Curr. Opin. Immunol.*, **3**: 881-886
- Osada, K., T. Kodama, S. Noda, K. Yamada and M. Sugano 1995 Oxidized cholesterol modulates age-related change in lipid metabolism in rats. *Lipids*, **30**: 405-413
- 山田耕路 1995a 食品成分による抗体産生の調節. 菅野道廣・岸野泰雄編「食物アレルギー」, 光生館, pp.67-86
- 山田耕路 1995b 食品成分の免疫調節機能と抗アレルギー食品の開発. *食品科学工学会誌*, **42**: 952-958
- 山田耕路・高杉美佳子・菅野道廣 1995c 食品中に存在するアレルギー調節因子. 池澤善郎編「低アレルギー食品の開発と展望」, シーエムシー, pp.83-90
- Yamada, K., P. Hung, K. Yoshimura, S. Taniguchi, B. O. Lim and M. Sugano

- 1996a Effect of unsaturated fatty acids and antioxidants on immunoglobulin production by mesenteric lymph node lymphocytes of Sprague-Dawley rats. *J. Biochem.*, **120**: 138-144
- Yamada, K., M. Mori, N. Matsuo, K. Shoji, T. Ueyama and M. Sugano 1996b Effects of fatty acids on accumulation and secretion of histamine in RBL-2H3 cells and leukotriene release from peritoneal exudate cells isolated from Wistar rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **42**: 301-311
- 山田耕路・松尾哲孝・菅野道廣 1997 食品中のアレルギー調節因子と抗アレルギー食品の開発. *食品と開発*, **32**: 4-7
- Yamada, K., T. Watanabe, S. Kaku, N. Hassan and M. Sugano 1997 Effect of tea extracts and phenolic components on immunoglobulin production by mesenteric lymph node lymphocytes. *Food Sci. Technol. Int. Tokyo*, **3**: in press.

Summary

To clarify whether DHA-enriched or iodine egg has anti-allergic effect or not, Sprague-Dawley rat were fed with egg yolk powder of these health oriented eggs at the 10% level and the effects on serum immunoglobulin level and immunoglobulin productivity of lymphocytes were examined. Feeding of iodine or DHA-enriched egg powder increased IgG productivity of spleen lymphocyte and iodine egg powder feeding strongly activated IgM production of the lymphocyte. In mesenteric lymph node lymphocytes, significant enhancement of IgG productivity was observed only in DHA-enriched group, while IgM productivity significantly enhanced in all egg yolk fed groups including normal egg. On the other hand, there was no remarkable effect on IgE productivity in both lymphocytes. These results suggest that immunostimulatory effect via activation of IgG and IgM production has important meaning in these egg yolk powder of health oriented eggs.