

日本, および諸外国における鶏卵・液卵の*Salmonella*汚染状況 (文献調査)鈴木穂高[#], 山本茂貴A Literature Survey of *Salmonella* Contamination in Shell Eggs and Liquid Eggs in the WorldHodaka Suzuki[#], Shigeki Yamamoto

Salmonella species are common bacterial pathogens associated with human gastroenteritis worldwide. In Japan, salmonellosis is one of the main food-borne bacterial illnesses and, especially, *Salmonella* Enteritidis infections have been strongly associated with the consumption of eggs and egg-containing foods. In this study, we performed the literature survey of *Salmonella* contamination in shell eggs and liquid eggs worldwide for comparing the prevalence among the countries and summarized in the tables. This survey clarified that one out of several thousands of retail shell eggs were contaminated with *Salmonella* spp. in Japan and the prevalence of *Salmonella* in retail shell eggs were higher in some countries. This paper is useful for providing referable data on *Salmonella* contamination in shell eggs and liquid eggs in Japan, especially for researchers of other countries.

Keywords: shell egg, liquid egg, *Salmonella*, Japan, world

1. はじめに

*Salmonella*は、我が国を始めとする世界各国において、主要な細菌性食中毒の起因菌である¹⁾。*Salmonella*は現在までに2500種類以上の血清型が報告されているが、特に1980年代後半以降、世界中で急増した*Salmonella* Enteritidisによる食中毒は、その原因食材が主に卵あるいは卵製品であることが指摘されている^{2,3)}。

本研究は国内, および諸外国の鶏卵・液卵の*Salmonella*汚染状況について文献的に調査し, その比較を目的として行われた。

2. 方法

文献の検索には, JDreamII (JSTPlusとJMEDPlus), 医学中央雑誌, PubMed, ScienceDirectという4種のデータベースを用い, [サルモネラ, *Salmonella*] と [卵, egg] という2群のキーワードを組み合わせて行った。検索対象は1998年以降に発表された文献に限定し, 2008年11月~12月に文献検索を行った。

検索結果はまず, 表題と要旨により一次選別し, 次に本文を読んで, 実際に鶏卵・液卵の*Salmonella*汚染状況を調査している文献を二次選別した。ただし, 食中毒事件と関連性が疑われる施設のみの調査や, *Salmonella*陽

性が疑われる養鶏場のみの調査については対象から除外した。結果は国内と諸外国に分け, 鶏卵(採材場所により市場等, GPセンター(鶏卵選別包装施設)等, 農場等に分類)と液卵について, 検体名, 汚染率, 検出方法, 分離株の血清型等を表にまとめた。

3. 結果

指定した2群のキーワードの組み合わせで, JDreamII (JSTPlusとJMEDPlus)では1457文献, 医学中央雑誌では200文献, PubMedでは697文献, ScienceDirectでは125文献が該当した(表1)。このうち, 鶏卵・液卵の*Salmonella*汚染状況について報告していた国内分45文献, 諸外国分41文献を表2, 表3にまとめた(1文献については国内分と諸外国分で重複)。表4には, 分離された*Salmonella*株の血清型についてまとめた。表2, 表3, 表4で用いた文献のリストは表5, 表6に示した。

Table 1. Results of each database^{a)}

Database	No. of results
JDreamII	1457
Japana Centra Revuo Medicina (Ichushi)	200
PubMed	697
ScienceDirect	125

^{a)} These databases were searched by using a combination of 2 sets of keywords, "*Salmonella*" and "egg", from November to December 2008. The papers, which were published from 1998 to the time of the searches, were collected.

[#] To whom correspondence should be addressed to:
Hodaka Suzuki; Division of Biomedical Food Research,
National Institute of Health Sciences
Kamiyoga 1-18-1, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan

国内を対象とした文献では15文献のうち、市販鶏卵(鶏卵(市場等))で *Salmonella* 汚染が報告されていたのは1文献だけで、in egg汚染が9010検体中3検体で見られた(汚染率0.03%、表2)。鶏卵(GPセンター等)では、検体の種類を未洗浄卵(原卵)、洗浄卵(製品卵)、および汚卵・破卵の3種類におおまかに分類できる。このうち、未洗浄卵では8文献中4文献で汚染が報告されていた。これらはすべてon eggの汚染であり、in egg, wholeでは汚染は報告されていなかった。洗浄卵では5文献中1文献で汚染(in egg汚染)が報告されていた。また、汚卵・破卵では3文献中1文献で汚染(wholeの汚染)が報告されていた。鶏卵(農場等)では、13文献中6文献で汚染が報告されていた。このうち、on egg汚染が1文献、in egg汚染が3文献、wholeが2文献、記載なしが1文献であり、汚染率は数%程度であった。液卵については、殺菌液卵と明記してある検体については2文献で汚染は認められなかった。一方、未殺菌液卵、もしくは単に液卵と記載されている検体については14文献中10文献で汚染が報告されていた。汚染率は0.96%から100%と幅広かった。

諸外国の市販鶏卵の *Salmonella* 汚染に関する文献では、ドイツ、UK、インド、ポーランド等で検体数1000以上の割合大規模な調査結果が報告されていたが、それ以外は小～中規模の調査結果であった(表3)。このうち、検体数が10以下で信頼性の低い文献を除いて考えると、チ

リ、ポーランド、韓国では市販鶏卵から *Salmonella* 汚染は検出されていなかった。ドイツでは汚染率が1%以下として報告されていた。UKでは国内(UK)産の鶏卵では1%以下の汚染率であったが、輸入鶏卵には一部汚染率の高いものが見られた。一方、トリニダード・トバゴやアルバニア、ザンビア、インド、タイでは、市販鶏卵の *Salmonella* 汚染率は数%から十数%と高く報告されていた。中国は2文献で0%と4%という結果であった。鶏卵(鶏卵処理施設等)の文献数はUSAが3報、カナダとUKおよびアイルランドから1報と少なかったが、USAでは3報中2報で数%から数十%のon egg汚染が報告されており、カナダとUKおよびアイルランドでは1%以下のwhole、もしくはon eggの汚染率が報告されていた。鶏卵(農場、孵化場等)についても文献数は7報と少ないが、カナダ、トリニダード・トバゴ、ドイツ、クウェート等で、数%程度の汚染が報告されていた。液卵については、カナダで2報中1報から1%以下という汚染が報告されていた。

表4に、鶏卵・液卵から分離された *Salmonella* 株の血清型についてまとめた。国内においても諸外国においても、*S. Enteritidis* が卵から分離される *Salmonella* の主要な血清型であった。国内では *S. Infantis* の方が *S. Typhimurium* よりも多く分離されていたが、諸外国では *S. Typhimurium* の方が多く分離されており、*S. Infantis* はほとんど分離されていなかった。

Table 2. Prevalence of *Salmonella* in shell eggs and liquid eggs in Japan

a) shell eggs (markets etc.)

No. of reference	Prefecture (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
J1	Osaka(2008)	2004-2006	packed eggs	9010	10	in egg	0.03%	enrichment	
J2	Oita(2008)	2007-2008	eggs	20	NS	NS	0.00%	enrichment	
J3	Aomori(2007)	NS	eggs	10	1	NS	0.00%	direct plating	
J4	Tokyo(2006)	2005	packed eggs	32	1	on egg in egg	0.00% 0.00%	enrichment enrichment	swab
J5	Oita(2007)	2006-2007	eggs	20	NS	NS	0.00%	enrichment	
J6	Oita(2006)	2005-2006	eggs	26	NS	NS	0.00%	enrichment	
J7	Oita(2005)	2004-2005	eggs	23	NS	NS	0.00%	enrichment	
J8	Oita(2004)	2003-2004	eggs	10	NS	NS	0.00%	enrichment	
J9	Tokyo(2003)	2002	packed eggs	24	1	on egg in egg	0.00% 0.00%	direct plating direct plating	swab
J10	Oita(2003)	2002-2003	eggs	10	NS	NS	0.00%	enrichment	
J11	Oita(2002)	2001-2002	eggs	10	NS	NS	0.00%	enrichment	
J12	Hokkaido(2002)	1998-1999	eggs	4398	5	in egg	0.00%	enrichment	
J13	Oita(2001)	2000-2001	eggs	17	NS	NS	0.00%	enrichment	
J14	Oita(2000)	1999-2000	eggs	10	NS	NS	0.00%	enrichment	
J15	Fukuoka(1999)	1994-1999	eggs	3	NS	NS	0.00%	enrichment	

b) shell eggs (grading and packing centers etc.)

No. of reference	Prefecture (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
J1	Osaka(2008)	2004-2006	processed eggs	11280	40	in egg	1.03%	enrichment	
J16	Tokyo(2006)	2003	unwashed eggs	14	NS	NS	0.00%	enrichment	
J17	Fukuoka(2006)	2002	eggs	3	10	on egg	0.00%	NS	NS
J18	Kyoto(2003)	2001	unwashed eggs	5	1	on egg in egg	40.00% 0.00%	enrichment enrichment	swab

			processed eggs	4	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
						in egg	0.00%	enrichment	
J19	Nagasaki(2001)	1999	unwashed eggs	273	10	on egg	0.00%	enrichment	crush
		2000	unwashed eggs	137	10	on egg	0.73%	enrichment	crush
		2001	unwashed eggs	61	10	on egg	1.64%	enrichment	crush
J20	Fukuoka(2001)	1995-1998	cracked or faecally soiled shell eggs	92	about 100	whole	47.83%	enrichment	
J21	Iwate(1999)	NS	normal eggs	20	3	on egg	5.00%	enrichment	swab
						in egg	0.00%	enrichment	
			dirty eggs	22	3	on egg	0.00%	enrichment	swab
						in egg	0.00%	enrichment	
			cracked eggs	51	3	on egg	0.00%	enrichment	swab
						in egg	0.00%	enrichment	
J22	Osaka(1999)	1997	washed eggs	46	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
			cracked or dirty eggs	5	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
			washed eggs	43	1	in egg	0.00%	enrichment	
			cracked or dirty eggs	10	1	in egg	0.00%	enrichment	
			packed eggs	30	1	in egg	0.00%	enrichment	
J23	Toyama(1999)	NS	unwashed eggs	40	1	on egg	0.00%	direct plating	stamp
			processed eggs	40	1	on egg	0.00%	direct plating	stamp
J24	Hiroshima(1999)	1997-1998	unwashed eggs	7	1	on egg	14.29%	enrichment	swab
			unwashed eggs on the rail	5	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
			washed eggs	6	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
			pasteurized eggs	3	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
			packed eggs	5	1	on egg	0.00%	enrichment	swab
J25	Nagasaki(1998)	1998	unprocessed eggs	279	10	whole	0.00%	enrichment	

c) shell eggs (farms etc.)

No. of reference	Prefecture (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
J1	Osaka(2008)	2004-2006	unprocessed eggs	1766	90	whole	1.70%	enrichment	
J26	Hyogo(2008)	2003	eggs	44	10	NS	0.00%	enrichment	
		2004	eggs	104	10	NS	0.00%	enrichment	
		2005	eggs	112	10	NS	0.00%	enrichment	
		2006	eggs	73	10	NS	0.00%	enrichment	
		2007	eggs	32	10	NS	0.00%	enrichment	
J27	Osaka(2007)	NS	nest run eggs	130	30	NS	0.00% ^{a)}	NS	
			dirty and broken eggs	81	80	NS	1.23% ^{a)}	NS	
J28	Aomori(2007)	1996-1999	mature eggs in oviducts	837	10	in egg	6.81%	enrichment	
		1996-1997	mature eggs in oviducts	177	20	in egg	6.78%	enrichment	
J29	Fukushima(2006)	2004	nest eggs	NS	1	on egg	0.00%	direct plating	swab. stamp
			floor eggs	NS	1	on egg	0.00%	direct plating	swab. stamp
			eggs	NS	1	on egg	0.00%	direct plating	swab. stamp
			eggs	NS	1	on egg	0.00%	direct plating	swab. stamp
J30	Kochi(2006)	2004	eggs	50	1	NS	0.00%	enrichment	
		2005	eggs	80	1	NS	0.00%	enrichment	
J31	Fukushima(2003)	2001	eggs	12	about 20	whole	0.00%	enrichment	
J32	Fukushima(2001)	1995-1998	eggs	3740	30	whole	1.23%	enrichment	
			eggs	855	333 or 334	in egg	2.57%	enrichment	
J33	Okinawa(2001)	1998-2000	egg shells	38	NS	on egg	0.00%	enrichment	NS
J34	Aomori(1999)	1996	shell egg yolks in oviducts	278	10	in egg	6.12%	enrichment+DNA probe, immunoband	
		1997	shell egg yolks in oviducts	279	10	in egg	1.44%	enrichment+DNA probe, immunoband	
J35	Niigata(1998)	1998	eggs in oviducts	200	1	on egg	0.50%	enrichment+DNA probe, immunoband	rinse

			eggs in oviducts	296	1	in egg	0.00%	enrichment	
J36	Kanagawa(1998)	1997	eggs	7	1	on egg	0.00%	direct plating	stamp
J37	Aichi(1998)	1996-1997	eggs	NS	NS	NS	0.00%	NS	

d) liquid eggs etc.

No. of reference	Prefecture (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
J27	Osaka(2007)	NS	liquid eggs	627	NA	NA	0.96% ^{a)}	NS	
J38	Fukuoka(2007)	2006	liquid eggs	5	NA	NA	20.00%	enrichment	
J16	Tokyo(2006)	2003	liquid whole eggs	14	NA	NA	0.00%	enrichment	
			liquid egg yolks	14	NA	NA	7.14%	enrichment	
			liquid egg whites	14	NA	NA	7.14%	enrichment	
J39	Fukuoka(2006)	2005	liquid eggs	5	NA	NA	0.00%	enrichment	
J40	Saitama(2005)	2003	raw liquid eggs before pasteurization	24	NA	NA	100.00%	enrichment+LAMP	
		2003	raw liquid eggs before pasteurization	110	NA	NA	90.91%	enrichment+LAMP	
J41	Ibaraki(2004)	NS	pasteurized liquid eggs	74	NA	NA	0.00%	enrichment(+DOX)	
J13	Oita(2001)	2000-2001	liquid eggs	3	NA	NA	0.00%	enrichment	
J20	Fukuoka(2001)	1995-1998	unpasteurized liquid eggs	59	NA	NA	18.64%	enrichment	
J42	Shizuoka(2000)	1998-2000	unpasteurized liquid eggs	12	NA	NA	75.00%	enrichment	
			pasteurized liquid eggs	12	NA	NA	0.00%	enrichment	
J43	Chiba(2000)	NS	unpasteurized liquid whole eggs	53	NA	NA	30.19%	enrichment(+DNA probe)	
J44	Saitama(2000)	1998	unpasteurized liquid eggs	50	NA	NA	12.00%	enrichment	
J14	Oita(2000)	1999-2000	liquid eggs	7	NA	NA	0.00%	enrichment	
J22	Osaka(1999)	1997	liquid eggs	15	NA	NA	66.67%	enrichment	
J15	Fukuoka(1999)	1994-1999	liquid eggs	124	NS	NA	8.06%	enrichment	
J45	Oita(1999)	1998-1999	liquid eggs	9	NA	NA	0.00%	enrichment	

NA: not applied

NS: not specified

^{a)} Only *S. Enteritidis* was examined.

Table 3. Prevalence of *Salmonella* in shell eggs and liquid eggs in various countries

a) shell eggs (markets etc.)															
No. of reference	Country (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg						
F1	USA(2001)	NS	shell eggs	5	NS	NS	20.00%	enrichment(+PCR, Biosys-32)							
F2	Trinidad and Tobago(2005)	NS	table eggs	138	6	on egg	2.90%	enrichment	swab						
						in egg	10.14%	enrichment							
						whole	13.04%	enrichment							
F3	Argentina(2001)	NS	fresh hen eggs	NS	1	on egg	0.00%	enrichment	rinse						
						in egg	0.00%	enrichment							
F4	Argentina(2000)	NS	fresh chicken eggs	NS	1	on egg	0.00%	enrichment, direct plating	rinse						
F5	Argentina(2000)	NS	fresh chicken eggs	NS	1	on egg	0.00%	enrichment, direct plating	rinse						
F6	Chile(2000)	1998-1999	eggs	1081	12	on egg	0.00% ^{a)}	enrichment+IMS	crush						
						in egg	0.09% ^{a)}	enrichment+IMS							
F7	UK(2008)	2005-2006	raw shell eggs	1588	6	on egg	0.38%	enrichment	crush						
						in egg	0.06%	enrichment							
						origins of above samples									
						UK	1413	whole	0.35%						
						Spain	48	whole	0.00%						
						Germany	38	whole	2.63%						
						France	27	whole	0.00%						
						other countries	43	whole	0.00%						
unknown	19	whole	0.00%												
F8	UK(2007)	2005-2006	produced raw shell eggs	1744	6	on egg	9.00%	enrichment	crush						
						in egg	0.57%	enrichment							
						origins of above samples									
						Spain	1157	whole	13.31%						
						France	348	whole	0.57%						
						Germany	45	whole	0.00%						
						other countries	194	whole	0.52%						
						non-UK									
F9	UK(2007)	2002	raw shell eggs	726	6	whole	0.96%	enrichment							
						origins of above samples									
						UK	541	whole	0.18%						
						France	45	whole	0.00%						
unknown	140	whole	4.29%												
F10	UK(2005)	2003	raw shell eggs	5686	6	whole	0.30%	enrichment							
						origins of above samples									
						UK	4987	whole	0.32%						
						Spain	22	whole	0.00%						
						Germany	10	whole	0.00%						
						other countries	16	whole	0.00%						
unknown	651	whole	0.15%												
F11	UK(1998)	1996-1997	raw shell eggs	2090	6	on egg	0.38%	enrichment	crush						
						in egg	0.05%	enrichment							
F12	Germany(2008)	2007	eggs entire	6382	NS	whole	0.72%	NS							
			shells	3212	NS	on egg	0.53%	NS	NS						
			egg white	1347	NS	in egg	0.00%	NS							
			yolk	3339	NS	in egg	0.06%	NS							
F13	Germany(2007)	2006	eggs entire	4761	NS	whole	0.59%	NS							
			shells	3334	NS	on egg	0.39%	NS	NS						
			egg white	575	NS	in egg	0.00%	NS							
			yolk	3356	NS	in egg	0.06%	NS							
F14	Germany(2007)	2005	eggs entire	8285	NS	whole	0.51%	NS							
			shells	6876	NS	on egg	0.41%	NS	NS						
			egg white	1151	NS	in egg	0.00%	NS							
			yolk	6252	NS	in egg	0.02%	NS							
F15	Germany(2006)	2004	eggs entire	10179	NS	whole	0.44%	NS							
			shells	8968	NS	on egg	0.42%	NS	NS						
			egg white	1870	NS	in egg	0.00%	NS							
			yolk	9160	NS	in egg	0.02%	NS							
F16	Poland(2001)	1997-1998	unwashed eggs	1200	1	on egg	0.00%	enrichment	rinse						
						in egg	0.00%	enrichment							
F17	Albania(1999)	1996-1997	imported shell eggs	79	5	on egg	1.27%	enrichment	crush						
						in egg	0.00%	enrichment							

F18	Albania(1998)	1997	imported eggs	7	5	on egg	14.29%	enrichment	crush
						in egg	0.00%	enrichment	
F19	Zambia(1999)	NS	table eggs	240	10	in egg	3.75% ^{a)}	enrichment	
F20	Turkey(2002)	NS	eggs	9	1	in egg	0.00%	enrichment(+IMS)	
F21	India(2006)	1997-1998	unwashed eggs	492	1	on egg	6.10%	enrichment	swab
						in egg	1.83%	enrichment	
F22	India(2003)	NS	eggs	41	NS	NS	0.00%	enrichment	
F23	India(2003)	NS	eggs	534	1	on egg	9.55%	enrichment	rinse
						in egg	1.31%	enrichment	
						whole	10.86%	enrichment	
F24	Thailand(2007)	2003	chicken eggs	50	NS	NS	14.00%	NS	
F25	China(2007)	2003-2005	raw eggs	58	1	NS	0.00%	enrichment	
F26	China(2007)	NS	eggs	25	1	NS	4.00%	direct plating	
F27	Korea(2003)	1993-2001	eggs	40	NS	NS	0.00%	enrichment(+EIA)	
F28	Korea(2000)	1998	shell eggs	135	1	on egg	0.00%	enrichment	rinse
						in egg	0.00%	enrichment	

b) shell eggs (egg-processing plants etc.)

No. of reference	Country (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
F29	USA(2007)	NS	restricted eggs	90	6	on egg	2.22%	enrichment	crush
						in egg	0.00%	enrichment	
F30	USA(2005)	NS	eggs before processing	60	5	on egg	25.00%	enrichment	rinse, crush
			eggs during processing	84	5	on egg	14.29%	enrichment	rinse, crush
			eggs after processing	54	5	on egg	12.96%	enrichment	rinse, crush
F31	USA(2004)	NS	washed eggs	36	1	on egg	0.00%	direct plating	rinse
			unwashed eggs	36	1	on egg	0.00%	direct plating	rinse
F32	Canada(1998)	1996	table eggs	252	6	whole	0.40%	enrichment	
F33	UK & Ireland (2007)	2005-2006	eggs	5018	6	in egg	0.00%	enrichment	
						on egg	0.04%	enrichment	crush

c) shell eggs (farms, hatcheries, etc.)

No. of reference	Country (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
F34	Canada(2003)	NS	chicken eggs	NS	NS	NS	0.00% ^{b)}	NS	
F32	Canada(1998)	1996	hatching layer eggs	378	6	whole	3.17%	enrichment	
			hatching broiler eggs	126	6	whole	0.00%	enrichment	
F2	Trinidad and Tobago(2005)	NS	table eggs	46	25	on egg	6.52%	enrichment	swab
						in egg	6.52%	enrichment	
						whole	13.04%	enrichment	
F35	Trinidad and Tobago(1998)	1995	eggs	750	25	on egg	4.67%	enrichment	swab
						in egg	1.20%	enrichment	
F36	Germany(2008)	2004-2005	eggs	80	10	on egg	1.25%	enrichment	crush
						in egg	0.00%	enrichment	
F37	Portugal(2004)	NS	eggs	150	1	on egg	0.00%	direct plating	rinse
						in egg	0.00%	direct plating	
F38	Kuwait(2007)	2004-2005	hatching eggs	30	1	in egg	10.00%	enrichment	

d) liquid eggs etc.

No. of reference	Country (Reported year)	Investigated year	Sample	No. of sample	No. of eggs pooled	Object	Prevalence	Method	Sampling from on egg
F39	Canada(1998)	NS	pooled egg products	21	NA	NA	0.00%	enrichment(+IMS)	
F40	Canada(1998)	NS	egg powders & liquid eggs	200	NA	NA	0.50%	enrichment(+EIA)	
F41	Egypt(2006)	NS	liquid egg white	1	NA	NA	100.00%	enrichment	
			liquid egg yolk	1	NA	NA	100.00%	enrichment	

NA: not applied

NS: not specified

IMS: immunomagnetic separation

EIA: enzyme immunoassay

^{a)} Only *S. Enteritidis* was examined.^{b)} Only *S. Typhimurium* was examined.

Table 4. Frequency of *Salmonella* serovar distribution among the isolates from shell eggs and liquid eggs

a) Japan							
No. of reference	Prefecture	total <i>Salmonella</i>	<i>S.</i> Enteritidis	<i>S.</i> Infantis	<i>S.</i> Typhimurium	others	note
J1	Osaka	149	121	27		1	
J16	Tokyo	2	2				
J18	Kyoto	2	1	1			
J19	Nagasaki	2				2	Mbandaka 2
J20	Fukuoka	11	9			2	Nitra 1, group C ₃ 1
J22	Osaka	10				10	Livingstone 10
J28	Aomori	86	17	2	4	63	Braenderup 5, Galiema 4, II 4, Dusseldorf 2, Heiderberg 2, Stanley 2, Blegdam 1, Corvallis 1, Schwarzengrund 1, Singapore 1, untypable 40
J32	Fukushima	68	18	23		27	Bareilly 11, Derby 3, Orion 2, Brendey 1, Livingstone 1, Rissen 1, Schwarzengrund 1, untypable 7
J34	Aomori	50	4	1	1	44	Galiema 4, II 4, Dusseldorf 2, Heidelberg 2, Stanley 2, Blegdam 1, Braenderup 1, Schwarzengrund 1, O7 group 13, O4 group 7, O3, 10 group 5, O13 group 2
J35	Niigata	1		1			
J40	Saitama	156	54	17	6	79	Cerro 20, Emek 4, Braenderup 11, Mbandaka 9, Thompson 8, Virchow 5, Corvallis 4, Lockleaze 2, Agona 1, Bareilly 1, Derby 1, Hadar 1, Haifa 1, Havana 1, Heidelberg 1, Livingstone 1, Montevideo 1, Saintpaul 1, Schwarzengrund 1, Yoruba 1, O35:Z4,Z23:- 3, O8:Z4,Z24:- 1
J42	Shizuoka	13	7	1		5	Cerro 2, Braenderup 1, Montevideo 1, Rissen 1
J44	Saitama	6	3		1	2	Livingstone 1, Worthington 1
b) World							
No. of reference	Country	total <i>Salmonella</i>	<i>S.</i> Enteritidis	<i>S.</i> Infantis	<i>S.</i> Typhimurium	others	note
F2	Trinidad and Tobago	74	42			32	Ohio 14, Mbandaka 6, Javiana 5, Braenderup 3, Caracas 1, Georgia 1, group C 1
F7	UK	6	5			1	Mbandaka 1
F8	UK	173	147	1		25	Mbandaka 14, Rissen 2, Braenderup 1, Panama 1, Weltevreden 1, untypable 6
F9	UK	7	6			1	
F10	UK	17	15		1	1	Livingstone 1
F11	UK	9	3	2	1	3	Kentucky 1, Mbandaka 1, Montevideo 1
F12	Germany	65	38		1	24	
F13	Germany	43	35		2	2	
F14	Germany	72	61		0	4	
F15	Germany	84	75		2	6	
F17	Albania	1				1	group C 1
F18	Albania	1				1	group C 1
F21	India	39	35			4	Cerro 2, Molade 1, Mbandaka 1
F24	Thailand	9				9	Braenderup 2, Cerro 1, Derby 1, Enterica 1, Hvittingfloss 1, Idikan 1, Mbandaka 1, Montevideo 1
F32	Canada	65			16	49	Heidelberg 40, Agona 5, I:4,12:-:1,2 4
F33	UK & Ireland	2				2	Poona 2
F35	Trinidad and Tobago	44	11	2	26	5	Cerro 2, Ohio 2, Heidelberg 1
F36	Germany	1				1	Kimuenza 1
F38	Kuwait	3	3				

*Salmonella*の検査法について概説すると、鶏卵の検査は、1.卵殻の汚染を調べる検査(on egg)、2.卵内容の汚染を調べる検査(卵黄のみを調べる場合もある、in egg)、3.卵全体(卵殻と卵内容)の汚染を調べる検査(whole)の3種類が行われていた。

卵殻の汚染検査については、検体の調整方法として、

1. リンス法…卵を培養液中で洗い、洗った後の培養液を試料として用いる。
2. クラッシュ法…卵を割った後、卵内容を取り出し、卵殻を培養液中で砕いた後、卵殻ごと、もしくは培養液のみを試料とする。
3. ふき取り法…卵殻表面を拭い、それを試料として用

いる。

4. スタンプ法…卵殻表面をそのまま培地に接触させる。の4方法が取られていた。

検出方法としては、

1. 二段階増菌法…非選択増菌培地で前(一次)培養した後、選択増菌培地で選択(二次)培養し、分離培地で検出する(非選択培地ではなく、卵内容をそのまま培養し、前培養としているものもある)。
 2. 一段階増菌法…選択増菌培地で増菌培養した後、分離培地で検出する。
 3. 直接法…分離培地で直接、検出を行う。
- という3つの方法が主であったが、分離培地の代わりに

分子生物学的手法を用いた方法や免疫化学的手法を用いた方法, 酸素電極を用いた方法, あるいは増菌法に磁気ビーズを組み合わせた方法等も用いられていた。

培地に関しては, 国内では一次増菌培地としてEEM (Enterobacteriaceae enrichment mannitol broth)やBPW (buffered peptone water)を用いているものが多く, 二次増菌培地としては, HTT(Hajna tetrathionate broth)やRV (Rappaport-Vassiliadis broth), SBG(S)(selenite brilliant green (sulfa) broth), SC(selenite cystine broth), TT(tetrathionate broth)等が用いられていた。分離培地に関しては, DHL(deoxycholate hydrogen sulfide lactose

agar), MLCB(mannitol lysine crystal violet brilliant green agar), SS(Salmonella Shigella agar), XLD(xylose lysine deoxycholate agar), CHROM-S(CHROMagar Salmonella)等が用いられ, 確認方法として生化学性状検査や血清凝集反応を用いているものが多かった。諸外国では, 一次増菌培地としてBPWの他, LB(lactose broth)やTS(trypsin soy broth)が用いられており, 二次増菌培地としては, SC, TT, RVが多く用いられていた。分離培地にはXLD, BS(bismuth sulfite agar), BG(S)(brilliant green (sulfa) agar)等が広く用いられており, 確認方法としては生化学性状検査や血清凝集反応を用いているものが多かった。

Table 5. List of references (Japan)

No. of reference	Authors	Sources
J1	Lapaz et al.	Epidemiol. Infect., 136, p1235-1243 (2008)
J2	Wakamatsu et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 35, p53-57 (2008)
J3	Hu et al.	Hirosaki Med. J., 59, p1-6 (2007)
J4	Otani	Bull. Toyoko Gakuen Women's College, 40, p.1-9 (2006)
J5	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 34, p65-69 (2007)
J6	Hasegawa et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 33, p44-47 (2006)
J7	Washimi et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 32, p53-56 (2005)
J8	Washimi et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 31, p49-52 (2004)
J9	Otani	Bull. Toyoko Gakuen Women's College, 37, p.15-22 (2003)
J10	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 30, p65 (2003)
J11	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 29, p71 (2002)
J12	Sunagawa et al.	Jpn. J. Food Microbiol., 19, p7-17 (2002)
J13	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 28, p92 (2001)
J14	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 27, p92 (2000)
J15	Sera et al.	Ann. Rep. Fukuoka Inst. Health Environ. Sci., 26, p51-57 (1999)
J16	Kudo et al.	J. Food Hyg. Soc. Jpn., 47, p119-126 (2006)
J17	Murakami et al.	Yokei no Tomo, Feb., p18-21 (2006)
J18	Sunazu et al.	Food Sanit. Res., 53, p72-76 (2003)
J19	Yamasaki et al.	Ann. Rep. Nagasaki Pref. Inst. Public Health Environ. Sci., 47, p109-111 (2001)
J20	Murakami et al.	Epidemiol. Infect., 126, p159-171 (2001)
J21	Shinagawa	HACCP, Aug., p88-92 (1999)
J22	Imanishi et al.	Food Sanit. Res., 49, p97-103 (1999)
J23	Nagasaka et al.	Rep. Ann. Meet. Livest. Hyg. Toyama Pref., p14-16 (1999)
J24	Natsuaki et al.	Yokei no Tomo, Oct., p20-23 (1999)
J25	Miyazaki et al.	Ann. Rep. Nagasaki Pref. Inst. Public Health Environ. Sci., 44, p129-130 (1998)
J26	Nakayama et al.	Yokei no Tomo, July, p13-17 (2008)
J27	Lapaz et al.	J. Vet. Med. Sci., 69, p649-652 (2007)
J28	Otomo et al.	Avian Dis, 51, p578-583 (2007)
J29	Yaguchi et al.	Bull. Fukushima Pref. Poult. Experiment Stn., 33, p21-24 (2006)
J30	Matsumoto et al.	Rep. Public Health Inst. Kochi Pref., 52, p25-33 (2006)
J31	Yaguchi et al.	Bull. Fukushima Pref. Poult. Experiment Stn., 30, p42-48 (2003)
J32	Shirota et al.	J. Food Prot., 64, p734-737 (2001)
J33	Zakimi et al.	J. Vet. Epidemiol., 1, p31-36 (2001)
J34	Odagiri et al.	J. Jpn Soc. Poult. Dis., 35, p.89-96 (1999)
J35	Shichiku et al.	Ann. Re. Niigata Pref. Res. Lab. Health Environ., 14, p101-105 (1998)
J36	Miki	Yokei no Tomo, Nov., p25-28 (1998)
J37	Aoki et al.	J. Jpn Soc. Poult. Dis., 34 Suppl, p.1-5 (1998)
J38	Hamasaki et al.	Ann. Rep. Fukuoka Inst. Health Environ. Sci., 34, p96-98 (2007)
J39	Hamasaki et al.	Ann. Rep. Fukuoka Inst. Health Environ. Sci., 33, p89-91 (2006)
J40	Ohtsuka et al.	Appl. Environ. Microbiol., 71, p6730-6735 (2005)
J41	Yamanashi et al.	Jpn. J. Food Microbiol., 21, p160-167 (2004)
J42	Masuda et al.	Bull. Shizuoka Inst. Environ. Hyg., 43, p13-19 (2000)
J43	Namimatsu et al.	J. Vet. Med. Sci., 62, p615-619 (2000)
J44	Kurokawa et al.	Food Sanit. Res., 50, p65-71 (2000)
J45	Ogata et al.	Ann. Rep. Oita Pref. Inst. Health Environ., 26, p78 (1999)

Table 6. List of references (World)

No. of reference	Authors	Sources
F1	Peng et al.	Int. J. Food Microbiol., 63, p225-233 (2001)
F2	Adesiyun et al.	Epidemiol. Infect., 133, p1049-1056 (2005)
F3	Favier et al.	J. Food Prot., 64, p1621-1623 (2001)
F4	Favier et al.	J. Food Prot., 63, p1053-1057 (2000)
F5	Favier et al.	Food Microbiol., 17, p73-81 (2000)
F6	Alexandre et al.	Rev. Med. Chil., 128, p1075-1083 (2000)
F7	Little et al.	J. Food Prot., 71, p19-26 (2008)
F8	Little et al.	J. Food Prot., 70, p2259-2265 (2007)
F9	Little et al.	Lett. Appl. Microbiol., 44, p595-601 (2007)
F10	Elson et al.	J. Food Prot., 68, p256-264 (2005)
F11	Wilson et al.	Commun. Dis. Public Health, 1, p156-160 (1998)
F12	Hartung	Fleischwirtschaft, 88, p114-122 (2008)
F13	Hartung	Fleischwirtschaft, 87, p109-117 (2007)
F14	Hartung	Fleischwirtschaft, 87, p98-106 (2007)
F15	Hartung	Fleischwirtschaft, 86, p155-161 (2006)
F16	Radkowski	Int. J. Food Microbiol., 64, p189-191 (2001)
F17	Telo et al.	Int. J. Food Microbiol., 49, p169-171 (1999)
F18	Telo et al.	Fleischwirtschaft, 78, p231-232 (1998)
F19	Hang'ombe et al.	Avian Dis., 43, p597-599 (1999)
F20	Mercanoglu et al.	Arch. Lebensmittelhyg., 53, p43-45 (2002)
F21	Suresh et al.	Food Microbiol., 23, p294-299 (2006)
F22	Bajaj et al.	J. Food Sci. Technol., 40, p556-558 (2003)
F23	Bajaj et al.	J. Food Sci. Technol., 40, p682-684 (2003)
F24	Vindigni et al.	Foodborne Pathog. Dis., 4, p208-215 (2007)
F25	Chao et al.	Foodborne Pathog. Dis., 4, p277-284 (2007)
F26	Hu et al.	Hirosaki Med., 59, p1-6 (2007)
F27	Chung et al.	J. Food Prot., 66, p1154-1157 (2003)
F28	Chang	J. Food Prot., 63, p655-658 (2000)
F29	Jones et al.	J. Food Prot., 70, p2004-2007 (2007)
F30	Musgrove et al.	Poult. Sci., 84, p1955-1958 (2005)
F31	Musgrove et al.	J. Food Prot., 67, p2613-2616 (2004)
F32	Poppe et al.	Can. J. Vet. Res., 62, p191-198 (1998)
F33	Murchie et al.	J. Food Prot., 70, p1238-1240 (2007)
F34	Wong et al.	J. Sci. Food Agric., 83, p44-52 (2003)
F35	Indar et al.	West Indian Med. J., 47, p50-53 (1998)
F36	Schwaiger et al.	Zoonoses Public Health, 55, p331-341 (2008)
F37	Verde et al.	Radiat. Phys. Chem., 71, p27-31 (2004)
F38	Al-Zenki et al.	Foodborne Pathog. Dis., 4, p367-73 (2007)
F39	Shaw et al.	J. Food Prot., 61, p1507-1510 (1998)
F40	Blais et al.	J. Food Prot., 61, p1187-1190 (1998)
F41	Badr	Food Chem., 97, p285-293 (2006)

4. 考察

以前、我々が行った国内、および諸外国における市販鶏肉の*Campylobacter*汚染状況に関する文献調査^{4, 5)}では、鶏肉の種類や国ごとに集計し、結果を提示した。しかし、本研究において調べた鶏卵の*Salmonella*汚染に関する文献では、鶏卵1個を1検体としている文献もあれば、数個から多いものでは数百個プールしたものを1検体としている文献、あるいは1検体中の鶏卵の個数について記載のない文献が混在していた。このため、結果の集計は行わず、それぞれの調査結果を表に示すこととした。

国内の市販鶏卵の*Salmonella*汚染について調べた15文献のうち、*Salmonella*汚染は1文献のみで、in egg汚染が9010検体中3検体(汚染率0.03%)と報告されていた(表2)。1992年に行われた大規模な殻付き卵の*Salmonella*汚染調査⁶⁾では、24000個のうち7個が*Salmonella*にin egg汚染されていたと報告されており、汚染率は7/24000=0.03%とほぼ同じとなる。しかし、1992年の調査では鶏卵1個を1検体としているのに対し、J1の文献においては鶏卵10個をプールして1検体としており、単純に1検体の鶏卵10個のうち1個だけが汚染されていたと仮定すると、汚

染率は約10倍異なることとなる。いずれにせよ、我が国の国内の市販鶏卵の *Salmonella* 汚染率は数千個～数万個に1個程度であり、数検体から数十検体程度を対象とした小規模な調査では汚染が検出されないことは妥当であると考えられた。GPセンター等における鶏卵の *Salmonella* 汚染については、前述したように1検体としてプールされる鶏卵の数が文献により様々であるため、正確なことは言えないが、未洗浄卵でon egg汚染が比較的多くの文献で認められた。一方、洗浄卵ではon egg汚染は認められていなかったことから、洗浄の効果が認められることが示唆された。農場等における鶏卵の *Salmonella* 汚染についても、正確なことは言えないものの、市販鶏卵よりも汚染を報告している文献が多いことから、GPセンターにおける選別と洗浄の効果を反映したものと考えられた。液卵の *Salmonella* 汚染については、殺菌液卵では2文献で汚染は認められなかったが、未殺菌液卵では14文献中10文献で汚染が報告されていた。1999年11月に食品衛生法施行規則等が改正されていることから、改正前の文献(J14, J15, J20, J22, J42～45の8文献)と改正後の文献(J13, J16, J27, J38～40の6文献)に分けて未殺菌液卵の汚染率を比較したところ、改正前は8文献中6文献で8.06～75%、改正後は6文献中4文献で0.96～100%の汚染が認められていた。改正後の6文献のうち陰性と報告されている2文献が検体数5以下の小規模な調査なのに対し、陽性の4文献には100検体以上の大規模な調査も含まれていることから、改正後も未殺菌液卵についてはある程度の汚染が認められると考えられた。殺菌液卵に関しては、1990～91年に284検体⁷⁾、1992年に50検体^{7, 8)}から *S. Enteritidis* が検出されなかったという報告がある。また、未殺菌液卵に関しては、1990～91年に1370検体中55検体(4.0%)⁷⁾、1990～92年に545検体中78検体(14.3%)^{6, 8)}から *S. Enteritidis*、もしくは *Salmonella* が検出されたと報告されている。

諸外国の市販鶏卵の *Salmonella* 汚染に関しては、チリ、ポーランド、韓国、ドイツ等では *Salmonella* 汚染率は1%以下であったのに対し、トリニダード・トバゴやアルバニア、ザンビア、インド、タイ等では、*Salmonella* 汚染率は数%から十数%と高かった(表3)。UKでは国内(UK)産の鶏卵では1%以下の汚染率であったが、輸入鶏卵のうち、特にスペイン産の輸入鶏卵で汚染率が高いという結果が報告されていた。文献により使用している培地や培養条件、検出方法、1検体としてプールされる鶏卵の個数等が異なること、さらに文献により卵殻、卵内容、卵全体と汚染調査対象が異なることから、厳密な比較はできないが、少なくとも市販鶏卵の *Salmonella* 汚染率には地域差があること、および、一部の国々では、我が国の市販鶏卵よりも高い汚染率の鶏卵が流通していること

が明らかとなった。諸外国における鶏卵処理施設等、あるいは農場、孵化場等の鶏卵や液卵の *Salmonella* 汚染に関しては文献が少なく、地域差等の考察は困難であった。

鶏卵・液卵から分離された *Salmonella* 株の血清型(表4)については、1980年代後半から世界中で増加が報告されている *S. Enteritidis* が^{2, 9)}、国内においても諸外国においても卵から分離される *Salmonella* の主要な血清型となっていることが示されていた。

本研究では国内、および諸外国の鶏卵・液卵の *Salmonella* 汚染状況について文献的に調査した。その結果、我が国においては、市販鶏卵の *Salmonella* 汚染率は数千個～数万個に1個程度と考えられること、農場等での鶏卵の *Salmonella* 汚染は市販鶏卵よりも多く見られ、GPセンターでの選別や洗浄の効果が示唆されること、(未殺菌)液卵については数千～数万個の卵が1ロットとしてまとめられることからリスクが高く、ある程度の *Salmonella* 汚染が認められること等が示された。また、諸外国においては、市販鶏卵の *Salmonella* 汚染率には地域差があること、一部の国々では、我が国の市販鶏卵よりも高い汚染率の鶏卵が流通していることが示された。

5. 謝辞

本研究は厚生労働科学研究費補助金により実施された。

6. 参考文献

- 1) codex alimentarius commission: Discussion Paper on Risk Management Strategies for *Salmonella* spp. in Poultry, 2003
<ftp://ftp.fao.org/codex/ccfh36/fh0410ce.pdf> (accessed in May, 2009)
- 2) 田村和満: 感染症発生動向調査週報 感染症の話 サルモネラ感染症, 2004
http://idsc.nih.gov/idwr/kansen/k04/k04_05/k04_05.html (accessed in May, 2009)
- 3) 食品安全委員会 微生物・ウイルス合同専門調査会: 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル ～鶏卵中のサルモネラ・エンテリティディス～, 2006
http://www.fsc.go.jp/senmon/biseibutu/risk_profile/salmonellasenteritidis.pdf (accessed in May, 2009)
- 4) Suzuki, H. and Yamamoto, S.: *Food Control*, 20, 531-537 (2009)
- 5) Suzuki, H. and Yamamoto, S.: *J. Vet. Med. Sci.*, 71, 255-261 (2009)
- 6) 仲西寿男: 食品衛生学雑誌, 34, 318-322 (1993)
- 7) 梅田浩史: 食品衛生研究, 49, 9-29 (1999)
- 8) 村瀬稔: 食品と微生物, 10, 181-184 (1994)
- 9) Schlundt, J.: *Int. J. Food Microbiol.*, 78, 3-17 (2002)