

図2. 2農場由来のカイワレ大根検体 (n=20) における各種衛生指標菌汚染状況

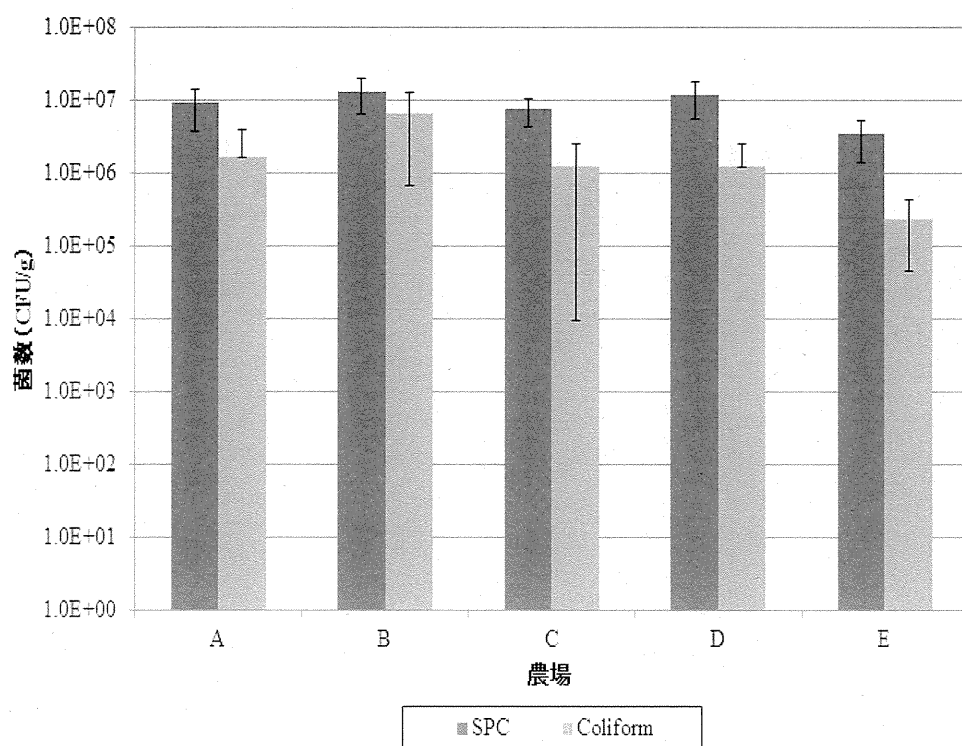


図3. 農場別に見たカイワレ大根検体の一般細菌 (SPC) ・大腸菌群 (Coliform) 汚染状況

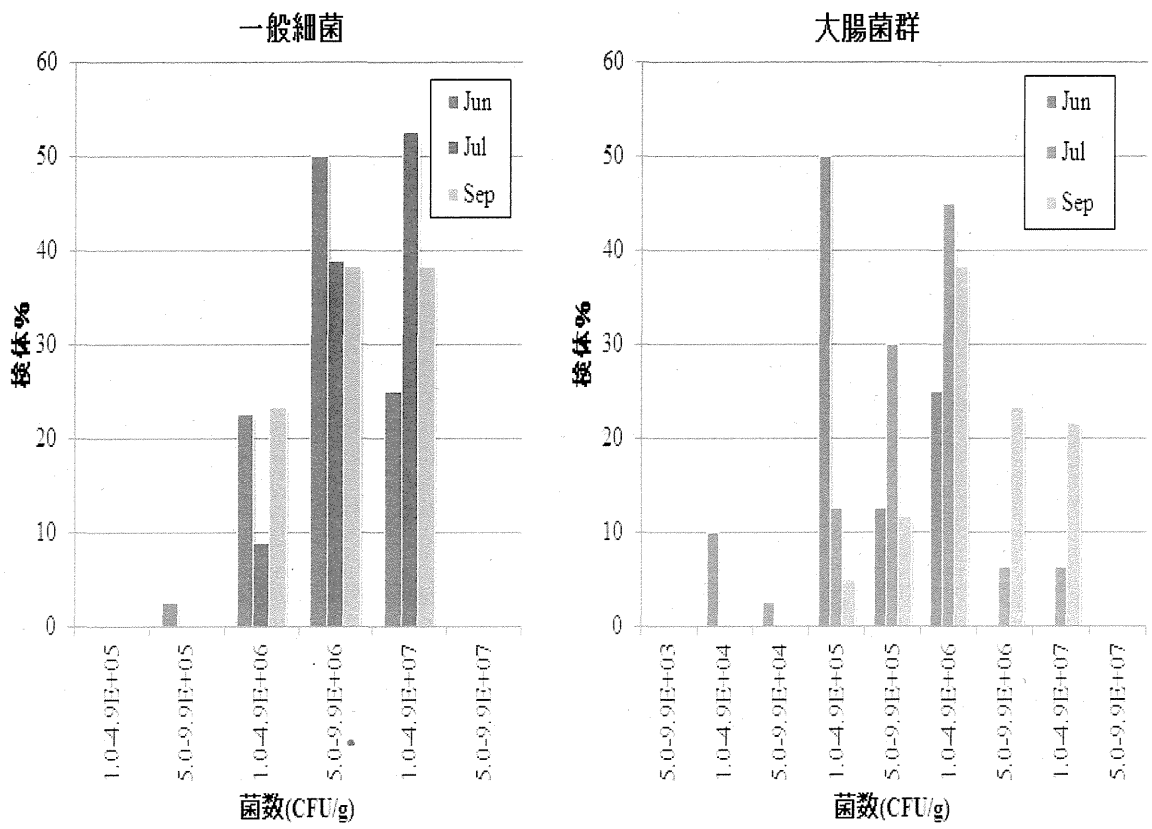


図4. 月別に見たカイワレ大根検体の一般細菌 (SFC) ・大腸菌群 (Coliform) 汚染状況  
全検体の汚染分布を6月 (Jun) ・7月 (Jul) ・9月 (Sep) の各月別に表示した。

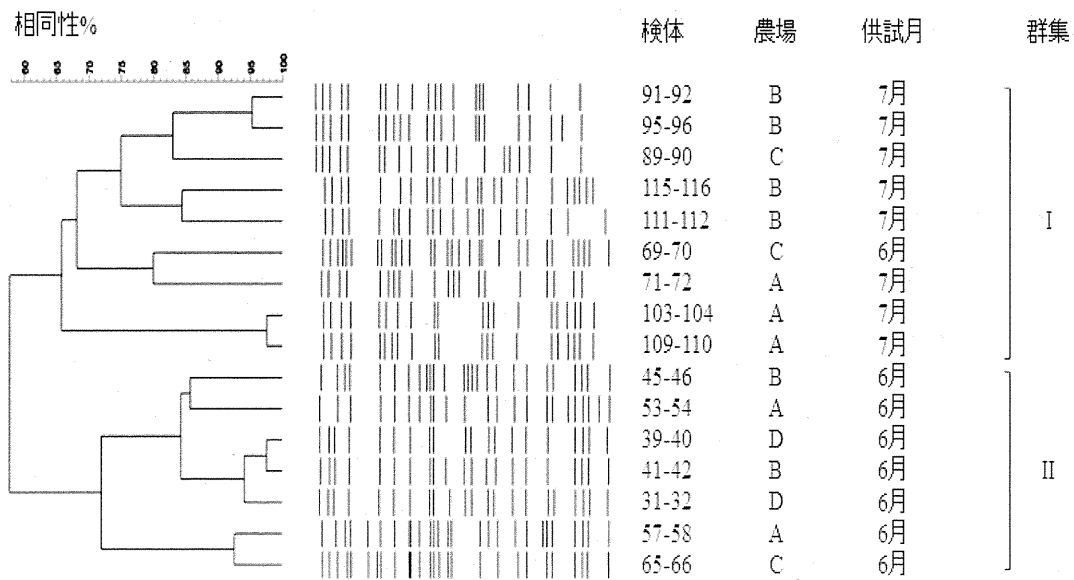


図5. PCR-DGGE法によるカイワレ大根代表検体 (n=16) の系統解析  
 農場A-Cで2012年6月・7月に生産された代表検体を無作為に抽出し、試験に供した。系統樹はUPGMA法に基づき作成した。クラスターは相同性58%で2群集に大別された。

表1. カイワレ大根における細菌汚染に関する代表的文献一覧

検索用語(該当件数/全数)*	論文題目	著者	所属	誌名・巻号・頁	発行年
(ダイコン/TH or カイワレ大根/AL) (2/88)	芽物野菜等の細菌汚染実態調査(2006~2007)	小林妙子 ら	宮城県保健環境セ	宮城県保健環境センター年報 26:103-104.	2008年12月
	芽物野菜等の食中毒菌汚染実態調査	山田わか ら	宮城県公衆衛生協会	宮城県保健環境センター年報 25:31-33.	2007年11月
(ダイコン/TH or カイワレ/AL) and (細菌/TH or 細菌/AL) (11/25)	<i>Salmonella</i> Montevideoが検出された食中毒事例について	渡邊節 ら	宮城県保健環境セ	宮城県保健環境センター年報 24:121-125.	2006年11月
	日本を震撼させたO157による集団食中毒 その後の10年 大規模食中毒への対応について	津村慶人	堺市保健所	日本食品微生物学会雑誌 24(2):72-73.	2007年7月
	生食用野菜の細菌汚染および食酢による殺菌効果	古茂田恵美子, 綿貫知彦	東京家政大	東京家政大学研究紀要 47(2):7-12.	2007年2月
	サルモネラ食中毒事例および散発サルモネラ症患者から分離された <i>Salmonella</i> MontevideoのPFGE解析	齋藤紀行 ら	宮城県保健環境セ	日本食品微生物学会雑誌 23(3):143-148.	2006年10月
	腸管出血性大腸菌O157及びサルモネラ汚染種子における保存期間での菌の生存とその発芽野菜における汚染	工藤由起子 ら	医薬食衛研	日本食品微生物学会雑誌 21(1):14-22.	2004年4月
	<i>Salmonella</i> Enteritidis付加芽物野菜種子における超音波と温湯処理による菌数低減効果	名塚英一 ら	食品総合研	日本食品微生物学会雑誌 20(3):99-104.	2003年10月
	カイワレダイコン由来乳酸菌 <i>Lactococcus lactis</i> による大腸菌O157:H7及び大腸菌群の排除	奥田俊郎 ら	三和農林	防菌防黴 30(7):405-413.	2002年7月
	有機・水耕栽培野菜の食中毒菌汚染実態と分離菌株の疫学的解析	小西典子 ら	都衛研	日本食品微生物学会雑誌 18(1):9-14.	2001年3月
	市販食品(生食用野菜,食肉,イカ乾製品及び加工食品)の細菌汚染実態調査 1999年度	久門勝利 ら	千葉衛研	千葉県衛生研究所研究報告 24:31-34.	2000年12月
	市販食品(生食用野菜および食肉)の細菌汚染実態調査 1998年度	久門勝利 ら	千葉衛研	千葉県衛生研究所研究報告 23:15-19.	1999年12月
生食用野菜における食中毒細菌の増殖・消長	上田成子, 桑原祥浩	女子栄養大	防菌防黴 27(6):369-375.	1999年6月	
かいわれ/AL and (細菌/TH or 細菌/AL) (2/4)	市販かいわれ大根の細菌汚染状況とその除菌法について	金井美恵子	相模女子大	相模女子大学紀要 62B:7-11.	1999年3月
	「かいわれ大根」の細菌汚染の実態調査	篠田知広 ら	宮崎大	日本獣医師会雑誌 45(10):805.	1992年10月

\* 括弧内の表記は、細菌汚染に関する内容を含む文献の数/同用語により検索された文献の数を意味する。

表2. カイワレ大根供試検体における一般細菌および大腸菌群の汚染状況

検体番号	農場	一般細菌 (CFU/g)	大腸菌群 (CFU/g)	検体購入日 (月/日/年)	東京都における最 高/最低気温 (°C)
1	E	9.12E+05	2.93E+04	06/12/12	18.7/16.9
2	E	1.09E+06	1.63E+04	06/12/12	18.7/16.9
3	E	4.72E+06	2.24E+04	06/12/12	18.7/16.9
4	E	6.30E+06	1.10E+04	06/12/12	18.7/16.9
5	E	4.91E+06	3.61E+05	06/12/12	18.7/16.9
6	E	2.59E+06	3.54E+05	06/12/12	18.7/16.9
7	E	6.20E+06	3.36E+05	06/12/12	18.7/16.9
8	E	3.06E+06	4.81E+05	06/12/12	18.7/16.9
9	E	2.96E+06	4.35E+05	06/12/12	18.7/16.9
10	E	1.64E+06	3.89E+05	06/12/12	18.7/16.9
11	C	5.46E+06	1.14E+05	06/28/12	25.3/19.4
12	C	7.04E+06	1.31E+05	06/28/12	25.3/19.4
13	C	1.18E+07	1.17E+06	06/28/12	25.3/19.4
14	C	1.04E+07	1.21E+06	06/28/12	25.3/19.4
15	C	7.22E+06	5.19E+05	06/28/12	25.3/19.4
16	C	5.74E+06	1.19E+05	06/28/12	25.3/19.4
17	C	6.57E+06	1.14E+05	06/28/12	25.3/19.4
18	C	3.89E+06	9.09E+04	06/28/12	25.3/19.4
19	C	6.39E+06	1.25E+05	06/28/12	25.3/19.4
20	C	3.52E+06	1.10E+05	06/28/12	25.3/19.4
21	D	1.03E+07	7.67E+05	06/03/12	24.2/17.0
22	D	8.43E+06	5.00E+05	06/03/12	24.2/17.0
23	D	8.43E+06	4.07E+05	06/03/12	24.2/17.0
24	D	7.96E+06	2.13E+05	06/03/12	24.2/17.0
25	D	9.35E+06	1.94E+05	06/03/12	24.2/17.0
26	D	5.93E+06	3.52E+05	06/03/12	24.2/17.0
27	D	8.89E+06	4.35E+05	06/03/12	24.2/17.0
28	D	9.26E+06	2.41E+05	06/03/12	24.2/17.0
29	D	7.87E+06	2.41E+05	06/03/12	24.2/17.0
30	D	9.91E+06	4.35E+05	06/03/12	24.2/17.0
31	D	8.43E+06	1.11E+06	06/12/12	18.7/16.9
32	D	8.61E+06	6.89E+05	06/12/12	18.7/16.9
33	D	8.80E+06	1.57E+06	06/12/12	18.7/16.9
34	D	3.33E+07	4.78E+06	06/12/12	18.7/16.9
35	D	1.18E+07	2.74E+06	06/12/12	18.7/16.9
36	D	1.20E+07	6.78E+05	06/12/12	18.7/16.9
37	D	1.61E+07	1.16E+06	06/12/12	18.7/16.9
38	D	1.30E+07	2.19E+06	06/12/12	18.7/16.9
39	D	1.59E+07	2.63E+06	06/12/12	18.7/16.9
40	D	1.95E+07	3.76E+06	06/12/12	18.7/16.9
41	B	1.02E+07	4.53E+05	06/14/12	23.6/15.7
42	B	1.55E+07	7.22E+05	06/14/12	23.6/15.7
43	B	1.10E+07	2.35E+06	06/14/12	23.6/15.7
44	B	6.94E+06	7.84E+05	06/14/12	23.6/15.7
45	B	9.72E+06	2.84E+06	06/14/12	23.6/15.7
46	B	1.09E+07	1.53E+06	06/14/12	23.6/15.7
47	B	1.06E+07	2.15E+06	06/14/12	23.6/15.7
48	B	1.34E+07	5.18E+06	06/14/12	23.6/15.7
49	B	1.13E+07	3.15E+06	06/14/12	23.6/15.7
50	B	1.68E+07	4.67E+06	06/14/12	23.6/15.7
51	A	1.02E+07	2.32E+06	06/18/12	27.6/22.2
52	A	7.22E+06	7.16E+05	06/18/12	27.6/22.2
53	A	8.52E+06	8.19E+05	06/18/12	27.6/22.2
54	A	7.78E+06	6.63E+05	06/18/12	27.6/22.2
55	A	9.81E+06	8.10E+05	06/18/12	27.6/22.2
56	A	9.81E+06	6.30E+05	06/18/12	27.6/22.2
57	A	1.22E+07	8.51E+05	06/18/12	27.6/22.2
58	A	1.24E+07	9.30E+05	06/18/12	27.6/22.2
59	A	9.81E+06	7.16E+05	06/18/12	27.6/22.2
60	A	1.31E+07	9.19E+05	06/18/12	27.6/22.2
61	C	9.54E+06	6.49E+05	06/29/12	27.2/20.9
62	C	9.54E+06	5.91E+05	06/29/12	27.2/20.9
63	C	7.78E+06	5.19E+05	06/29/12	27.2/20.9
64	C	6.20E+06	5.08E+05	06/29/12	27.2/20.9
65	C	6.39E+06	1.73E+06	06/29/12	27.2/20.9
66	C	9.91E+06	2.86E+06	06/29/12	27.2/20.9
67	C	1.00E+07	9.47E+05	06/29/12	27.2/20.9
68	C	8.06E+06	2.46E+06	06/29/12	27.2/20.9
69	C	5.93E+06	1.05E+06	06/29/12	27.2/20.9
70	C	8.33E+06	1.82E+06	06/29/12	27.2/20.9
71	A	1.06E+07	1.68E+06	07/18/12	32.1/25.7
72	A	9.07E+06	1.39E+06	07/18/12	32.1/25.7
73	A	2.86E+07	1.18E+07	07/18/12	32.1/25.7
74	A	1.74E+07	6.02E+06	07/18/12	32.1/25.7
75	A	1.02E+07	2.23E+06	07/18/12	32.1/25.7
76	A	1.06E+07	1.38E+06	07/18/12	32.1/25.7
77	A	1.05E+07	1.86E+06	07/18/12	32.1/25.7
78	A	1.61E+07	5.09E+06	07/18/12	32.1/25.7
79	A	1.14E+07	3.58E+06	07/18/12	32.1/25.7
80	A	8.98E+06	1.00E+06	07/18/12	32.1/25.7
81	C	7.50E+06	4.27E+05	07/19/12	35.1/26.1
82	C	1.24E+07	1.16E+06	07/19/12	35.1/26.1
83	C	8.06E+06	1.06E+06	07/19/12	35.1/26.1
84	C	7.31E+06	1.16E+06	07/19/12	35.1/26.1
85	C	7.13E+06	7.11E+05	07/19/12	35.1/26.1
86	C	6.85E+06	7.22E+05	07/19/12	35.1/26.1
87	C	8.15E+06	1.25E+06	07/19/12	35.1/26.1
88	C	6.76E+06	1.40E+06	07/19/12	35.1/26.1
89	C	2.01E+07	1.42E+06	07/19/12	35.1/26.1
90	C	1.54E+07	1.72E+06	07/19/12	35.1/26.1

表2. つづき

91	B	1.91E+07	6.39E+06	07/19/12	35.1/26.1
92	B	1.69E+07	7.50E+06	07/19/12	35.1/26.1
93	B	1.65E+07	2.45E+06	07/19/12	35.1/26.1
94	B	1.55E+07	3.07E+06	07/19/12	35.1/26.1
95	B	2.69E+07	1.40E+07	07/19/12	35.1/26.1
96	B	2.92E+07	1.57E+07	07/19/12	35.1/26.1
97	B	1.69E+07	1.22E+07	07/19/12	35.1/26.1
98	B	1.61E+07	1.03E+07	07/19/12	35.1/26.1
99	B	2.67E+07	2.55E+06	07/19/12	35.1/26.1
100	B	2.74E+07	3.76E+06	07/19/12	35.1/26.1
101	A	3.07E+06	3.79E+05	07/19/12	35.1/26.1
102	A	3.50E+06	1.94E+06	07/19/12	35.1/26.1
103	A	2.77E+06	6.20E+05	07/19/12	35.1/26.1
104	A	3.32E+06	3.17E+05	07/19/12	35.1/26.1
105	A	3.07E+06	1.60E+05	07/19/12	35.1/26.1
106	A	1.39E+06	2.46E+05	07/19/12	35.1/26.1
107	A	5.83E+06	4.74E+05	07/19/12	35.1/26.1
108	A	4.72E+06	4.36E+05	07/19/12	35.1/26.1
109	A	7.13E+06	2.19E+05	07/19/12	35.1/26.1
110	A	6.48E+06	1.06E+05	07/19/12	35.1/26.1
111	B	2.97E+07	5.87E+05	07/19/12	35.1/26.1
112	B	2.38E+07	7.39E+05	07/19/12	35.1/26.1
113	B	7.69E+06	5.30E+05	07/19/12	35.1/26.1
114	B	1.58E+07	4.17E+06	07/19/12	35.1/26.1
115	B	1.62E+07	1.20E+06	07/19/12	35.1/26.1
116	B	1.78E+07	1.02E+06	07/19/12	35.1/26.1
117	B	1.69E+07	6.93E+05	07/19/12	35.1/26.1
118	B	1.81E+07	2.87E+06	07/19/12	35.1/26.1
119	B	1.01E+07	8.52E+05	07/19/12	35.1/26.1
120	B	9.91E+06	1.50E+06	07/19/12	35.1/26.1
121	B	5.28E+06	2.48E+06	09/05/12	33.2/24.6
122	B	2.52E+06	1.24E+06	09/05/12	33.2/24.6
123	B	7.87E+06	6.76E+06	09/05/12	33.2/24.6
124	B	5.74E+06	4.54E+06	09/05/12	33.2/24.6
125	B	3.00E+06	2.12E+06	09/05/12	33.2/24.6
126	B	4.86E+06	2.55E+06	09/05/12	33.2/24.6
127	B	3.47E+06	3.33E+06	09/05/12	33.2/24.6
128	B	3.61E+06	5.00E+06	09/05/12	33.2/24.6
129	B	3.76E+06	4.69E+06	09/05/12	33.2/24.6
130	B	2.70E+06	2.34E+06	09/05/12	33.2/24.6
131	B	9.72E+06	2.85E+06	09/07/12	31.3/23.8
132	B	1.00E+07	7.50E+06	09/07/12	31.3/23.8
133	B	1.44E+07	3.97E+06	09/07/12	31.3/23.8
134	B	1.01E+07	3.36E+06	09/07/12	31.3/23.8
135	B	8.15E+06	3.83E+06	09/07/12	31.3/23.8
136	B	4.35E+06	4.81E+06	09/07/12	31.3/23.8
137	B	7.96E+06	7.50E+06	09/07/12	31.3/23.8
138	B	1.02E+07	6.20E+06	09/07/12	31.3/23.8
139	B	7.41E+06	1.23E+06	09/07/12	31.3/23.8
140	B	6.48E+06	5.37E+06	09/07/12	31.3/23.8
141	B	1.27E+07	7.13E+06	09/10/12	33.1/26.3
142	B	1.99E+07	1.04E+07	09/10/12	33.1/26.3
143	B	1.12E+07	7.59E+06	09/10/12	33.1/26.3
144	B	1.03E+07	8.43E+06	09/10/12	33.1/26.3
145	B	2.22E+07	1.56E+07	09/10/12	33.1/26.3
146	B	2.32E+07	1.91E+07	09/10/12	33.1/26.3
147	B	9.44E+06	8.70E+06	09/10/12	33.1/26.3
148	B	1.12E+07	8.33E+06	09/10/12	33.1/26.3
149	B	1.92E+07	1.60E+07	09/10/12	33.1/26.3
150	B	2.41E+07	1.77E+07	09/10/12	33.1/26.3
151	B	2.83E+07	2.83E+07	09/11/12	33.5/25.7
152	B	1.64E+07	2.05E+07	09/11/12	33.5/25.7
153	B	5.19E+06	7.22E+06	09/11/12	33.5/25.7
154	B	1.45E+07	1.06E+07	09/11/12	33.5/25.7
155	B	1.52E+07	1.83E+07	09/11/12	33.5/25.7
156	B	2.31E+07	1.85E+07	09/11/12	33.5/25.7
157	B	1.31E+07	1.09E+07	09/11/12	33.5/25.7
158	B	1.31E+07	1.11E+07	09/11/12	33.5/25.7
159	B	1.45E+07	1.49E+07	09/11/12	33.5/25.7
160	B	1.12E+07	8.80E+06	09/11/12	33.5/25.7
161	C	6.48E+06	8.14E+05	09/12/12	32.9/24.4
162	C	7.22E+06	8.33E+05	09/12/12	32.9/24.4
163	C	1.13E+07	1.06E+06	09/12/12	32.9/24.4
164	C	5.37E+06	7.95E+05	09/12/12	32.9/24.4
165	C	7.50E+06	8.33E+05	09/12/12	32.9/24.4
166	C	9.35E+06	1.10E+06	09/12/12	32.9/24.4
167	C	3.15E+06	6.25E+05	09/12/12	32.9/24.4
168	C	6.48E+06	7.77E+05	09/12/12	32.9/24.4
169	C	9.72E+06	1.17E+06	09/12/12	32.9/24.4
170	C	5.56E+06	5.68E+05	09/12/12	32.9/24.4
171	C	4.81E+06	4.10E+05	09/14/12	32.1/26.4
172	C	4.44E+06	2.40E+05	09/14/12	32.1/26.4
173	C	3.46E+06	2.53E+05	09/14/12	32.1/26.4
174	C	6.48E+06	3.76E+06	09/14/12	32.1/26.4
175	C	4.81E+06	2.12E+06	09/14/12	32.1/26.4
176	C	8.89E+06	6.45E+06	09/14/12	32.1/26.4
177	C	6.30E+06	4.26E+06	09/14/12	32.1/26.4
178	C	5.83E+06	2.60E+06	09/14/12	32.1/26.4
179	C	4.44E+06	3.06E+06	09/14/12	32.1/26.4
180	C	5.46E+06	3.98E+06	09/14/12	32.1/26.4
SM	Total	1.04E+07	3.37E+06	-	-

表3. カイワレ大根代表検体における構成細菌叢の比較

Genus	農場A		農場B		農場C	
	6月(45-46)	7月(95-96)	6月(65-66)	7月(89-90)	6月(57-58)	7月(109-110)
<i>Acinetobacter</i>	3.76	21.70	6.36	15.49	5.11	4.60
<i>Arcicella</i>	0.04	0.01	5.73	4.04	0.00	0.00
<i>Chryseobacterium</i>	15.44	38.79	9.49	2.85	6.07	4.57
<i>Duganella</i>	27.92	22.43	9.94	2.46	23.14	24.58
<i>Flavobacterium</i>	0.41	0.27	20.76	12.56	0.49	0.34
<i>Janthinobacterium</i>	2.64	0.00	6.33	5.97	0.16	0.18
<i>Pseudomonas</i>	12.78	2.76	2.20	17.20	12.63	23.54
<i>Rhizobium</i>	2.30	1.41	4.55	0.91	8.79	0.20
<i>Shinella</i>	1.61	0.00	0.90	0.00	10.72	2.43
<i>Sphingobacterium</i>	0.11	0.52	5.97	2.06	0.95	0.57
<i>Sphingomonas</i>	4.40	0.77	0.46	0.78	5.29	6.35
<i>Stenotrophomonas</i>	0.58	1.73	9.49	13.81	14.55	11.05



厚生労働科学研究費補助金（食品の安心・安全確保推進研究事業）  
平成 24 年度 分担研究報告書

冷凍食品の安全性確保のための微生物規格基準設定に関する研究

研究分担者 椿 広計 統計数理研究所 副所長 教授

研究要旨：

平成 23 年度までに、分担者大西と共に検討した食品安全のための抜取検査による保証についての理論的検討を進めた。

今年度は、特に菌数の分布に一般離散分布を想定した際、安全基準を基に設計された 2 クラス抜取検査では検出力が低下する問題を 3 クラス抜取検査によってどのように改善できるかの数理的検討を行った。また、具体的に頻度分布としてのポアソン分布を想定した確率計算に基づく数値的検討を行った。

その結果、必ず全ての食品ロットが満たすべき安全基準以外に、平成 23 年度にサーベイした赤尾洋二の圧縮限界を設ける 3 クラス抜取検査を所定の手続きで設計することで、抜取検査の OC (Operating Characteristic) 曲線を改善できることが示された。

1. 3 クラス抜取検査設計の目的

微生物起因の食中毒リスクを低減するためには、菌数と重篤な食中毒発生事象に関する用量反応関係の把握と共に、菌数を対象とした抜取検査の設計が大きな問題となっている。この際、公衆衛生学上許容できないイベントリスク（重篤な食中毒を発症させる確率が一定確率以上となる）を与える菌数を非許容菌数  $n_R$  とし、抽出した  $m$  サンプル中この非許容菌数以上となるロットが 1 件でもあれば不合格とする。この Accept-zero sampling system[1]が食品安全分野で国民からその実行を許容される 2 クラス抜取検査方式となる。

しかし、この 2 クラス抜取検査方式は、同一検出力を確保するために必要なサンプル数が大きくなり、統計的には合理的な方法と言えない。このため、国民から許容される 3 クラス抜取検査方式を用いることが検出力向上あるいはサンプルサイズ削減のために必要となる。

本研究の目的は、この方式の検出力を上げるために社会的に許容される菌数  $n_A$  を定め ( $n_A < n_R$ )、この許容菌数より多い菌数となるロットが  $c$  件あっても不合格とする 3 クラス抜取検査を設計することである。

2. 3 クラス抜取検査方式の

Operating Characteristics 評価のための方法

菌数  $N$  がある離散確率分布に従っているとすると、3 クラス検査方式の合格確率は、抽出した  $m$  サンプルすべての菌数が  $n_R$  未満かつ、 $m$  サンプル中  $c$  個未満のサンプルの菌数  $n_A$  未満となる確率となる。

そこで、期待値  $\mu$  の一般的な離散分布において、

$$P(\mu) = \Pr(N \geq n_R),$$

$$Q(\mu) = \Pr(n_A < N < n_R)$$

とおけば、合格確率  $P_A(\mu, m, c, n_A)$  は、

$$P_A(\mu, m, c, n_A) = (1 - P(\mu))^m \sum_{k=0, \dots, c-1} {}_m C_k \{Q(\mu)/(1-P(\mu))\}^k \times \{(1-P(\mu)-Q(\mu))/(1-P(\mu))\}^{m-k} = \sum_{k=0, \dots, c-1} {}_m C_k Q(\mu)^k \{1-P(\mu)-Q(\mu)\}^{m-k}$$

となる。本研究は、サンプルの母菌数分布が様な期待値  $\mu$  のポアソン分布に従うとし、 $n_R$  が用量反応関係より定められていると仮定して、上記の確率評価方法を用いて3クラス抜取検査方式を設計した。

### 3. $n_R$ に対して $c, n_A$ を定める

規準型計数抜取検査方式の設計理論の導出ロットの合否判定に対する合理的な要請は、期待値  $\mu$  のポアソン分布の下で、 $n_R$  以上の菌数となるサンプルが確率  $\alpha$ 、例えば、1/10 以上となるロットを棄却すべきロットとして、 $P(\mu_\alpha) = \alpha$  となる状況でロット合格確率を一定確率  $\delta$ 、例えば 0.05 以下に抑えることである。この条件を満たす  $\mu$  を  $\mu_\alpha$  と記すこととする。一方、 $n_R$  以上の菌数となるサンプルが確率  $\beta$ 、例えば 1/100000 以下となるロットを受容すべきロットとして、 $P(\mu_\beta) = \beta$  となる状況でロット合格確率を一定確率  $\varepsilon$  以上、例えば 0.95 以上にすることが必要がある。

規準型抜取検査方式設計方針は、この  $\mu_\alpha$  という期待値に対して、上記の制約条件を満たす3クラス検査方式の中で、 $n_R$  が与えられたとき、最もサンプル抽出数  $m$  の小さくなる  $c, n_A$  の組み合わせを求めることとなる。

従って、 $\gamma(\mu) = Q(\mu)/(1-P(\mu))$  とおけば、 $m$  を与えた時、

$$(1-\alpha)^m \sum_{k=0, \dots, c-1} {}_m C_k (\mu_\alpha)^k \{1-\gamma(\mu_\alpha)\}^{m-k}$$

は、 $c$  と  $\gamma$  について、できるだけ小さくなるように

$$(1-\beta)^m \sum_{k=0, \dots, c-1} {}_m C_k (\mu_\beta)^k \{1-\gamma(\mu_\beta)\}^{m-k}$$

は、 $c$  と  $\gamma$  についてできるだけ大きくなるような検査方式を設計した上で、合格率に関する確率的制約、すなわち  $\delta$  と  $\varepsilon$  に関する要請が満たされなければならない。この、制約付き最適化問題は、多目的最適化問題であり一意解をもつわけではない。本年度は許容すべき水準のみを規定する検査方式を実際に設計することとした。

### 4. 結果

許容すべき水準のみ規定する検査方式の設計例  
許容すべき水準（抜取検査方式でいう AQL; Acceptable Quality Level）のみを設定することだけを規定する抜取検査方式を採用すると[2]と、 $c$  と  $\gamma$  について、下記の合格確率を一定確率  $\varepsilon$  以上とすることが問題になる。

$$(1-\beta)^m \sum_{k=0, \dots, c-1} {}_m C_k (\mu_\beta)^k \{1-\gamma(\mu_\beta)\}^{m-k}$$

本来は、AQL は  $n_R$  と共に社会的に設定する必要があるが、これを  $n_R$  との関係性、すなわち上記  $\beta$  を設定することで便宜的に定めることも可能である。

例えば、 $n_R=1000$  と想定したとき、 $\beta=10^{-5}$  と設定すると、受容すべきポアソン分布の期待値は 868 となる。すなわち、期待値 868 のポアソン分布の、上側  $10^{-5}$  点 (0.001%点) がほぼ 1000 となる。

ここで、サンプル数  $m$  を 10、AQL の受容確率  $\varepsilon$  を 95%以上に設定すると、この制約を満たす  $c$  と最小の  $n_A$  との組み合わせは表1のようになる。

表1にはこの  $c$  と最小の  $n_A$  の組み合わせ、並びにロット平均が 1000 の時の棄却確率も記載した。この種の作業を  $m$  を変動させ、包括的に行う事で所望の抜取検査方式を設計することが可能となる。

表1  $n_R=1000$ 、 $m=10$ 、 $\mu_{0.99999}=868$ 、 $\varepsilon=0.95$  としたときの  $c$  と  $\max n_A$ 、並びに  $\mu=1000$  に対する棄却確率  $\delta$

$C$	$n_A$	$\delta$
1	945	1.00
2	921	1.00
3	908	1.00
4	899	1.00
5	891	1.00
6	883	1.00
7	876	1.00
8	868	1.00
9	860	1.00
10	849	1.00

この方式は  $c \geq 9$  では、AQL である 868 よりも閾値  $n_A$  が低くなり、品質機能展開の提唱者として国際的にも著名な赤尾洋二（山梨大学名誉教授）が 1958 年に提唱し、2000 年代以降国際的にも検討が開始された圧縮限界を有する計数検査[3]と類似の構造を持つことは、興味深い。社会的説明においても  $n_A$  という第2の閾値が十分小さくなっていることは  $\delta$  が十分 0 に近い限り説明しやすいものと思われる。

## 5. 結論と考察

4章の検討によれば、ロットから 10 サンプルを抽出し 1000 個以上の菌が含まれるサンプルが 1 個でもあれば不合格とする 2 クラス抜取検査で用いる安全基準に加えて、全サンプルが 849~999 個の菌を含んだ場合には不合格といった、新たな判定基準を追加する 3 クラス抜取検査方式を用いることは、抜取検査の性能を改善するという意味で、統計的には合理的である。

加えて、公衆衛生上の目標となる 1000 と共に、食品安全管理上の業者目標 793（圧縮限界）が明確に意識されることになるという意味でも有

用と考える。

更に、10 サンプルの内半数の 5 個以上が 891~999 個の菌を含んだ場合には不合格といった、判定基準を追加する 3 クラス抜取検査方式は更に消費者危険を小さくすることが可能であるが、生産者側からするとその達成を確実にすることは難しいこと、第2の限界が若干上がることについての消費者の不安という 2 点を十分議論する必要はある。この方式は、現在特別な数値について検討しただけであるが、一般的評価アルゴリズムと Operating Characteristics 曲線を出力するアルゴリズムを統計ソフト R 上で開発済みであるので、菌数と発症に関する Dose Response 関係が同定されれば、食品安全専門家との協業のもとで、適切な 3 クラス抜取検査を設計できると考える。

## 参考文献

- [1] ISO/ TC69/ SC5 (2006) ISO 18414:2006 *Acceptance sampling procedures by attributes -- Accept-zero sampling system based on credit principle for controlling outgoing quality.*
- [2] ISO/ TC 69/ SC5 (1999) ISO 2859-1:1999 *Sampling procedures for inspection by attributes -- Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.*
- [3] 赤尾洋二(1958) 圧縮限界を利用した計数規準型 1 回抜取検査, 品質管理誌報文集, Vol. 9, pp.99-101.

## 冷凍食品の安全性確保のための微生物規格基準設定に関する研究

研究分担者 大西 俊郎 九州大学 経済学研究院 准教授

### 研究要旨

サンプリングプランを実装することを意識して、サンプリングプランの構築・評価という一連のスキームを統計学的見地から考察した。

- スキームを次の5つのフェーズに分けた：(1) 汚染濃度のモデリング, (2) データに基づくパラメータ推定, (3) OC 曲線（臨界値 vs ロット合格率）の描画, (4) 推定値と真値のずれによる OC 曲線のずれを定量化, (5) ロット合格率の確率分布の評価。
- 簡単なサンプリングプランについて上記のフェーズのそれぞれを数理ソフトウェア上で表現した。

### A. 目的

サンプリングプランを実装するときに遭遇するであろう問題点を明らかにすることが研究目的である。

### B. 方法

1. 微生物規格基準に関する文献を調べる。
2. 数理ソフトウェアを用いてシミュレーションを行う。
3. 食品の安全性科学の専門家と情報を交換する。

### C. 結果

簡単のために2階級サンプリングプランを考える。本質的な部分は3階級サンプリングプランでも同様である。次のように5つのフェーズに分解し、それぞれ数理ソフトウェア上で表現した。

1. 汚染濃度のモデリング  
対象とする菌（微生物）の汚染濃度（対数単位）が正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  に従うと仮定する。ここで、 $(\mu, \sigma^2)$  は未知パラメータである。
2. データに基づくパラメータ推定  
真値  $(\mu, \sigma^2)$  を設定し、この正規分布からデータ（乱数）を発生させる。データに基づいて  $(\mu, \sigma^2)$  を推定する。具体的には、最尤推定または適切な事前分布に基づいた Bayes 推定が考えられる。

### 3. OC 曲線の描画

推定値に基づき、臨界値 vs ロット合格率のグラフを描画する。

### 4. OC 曲線のずれを定量化

推定値と真値は一般に異なる。このずれによる OC 曲線のずれを描画する。

### 5. ロット合格率の確率分布の評価

もし  $(\mu, \sigma^2)$  に対して事前分布を仮定していると、ロット合格率に対する確率分布を評価できる。

### D. 考察

C. 結果で述べた内容は対象菌の濃度を測定する場合である。実際にはすべての菌の濃度を測定することは実務的に困難である。何らかの形で指標菌を設定し、指標菌の濃度から対象菌の濃度を推定しなければいけない。このような場合には多変量正規分布を仮定することになる。

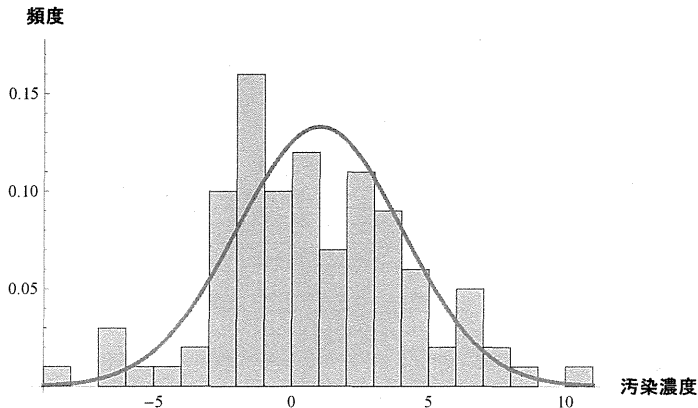
### E. 結論

サンプリングプランは定期的に評価を行い、更新していくべきである。

```

(* Step 1 データの生成・取得 *)
(* 正規分布を仮定する *)
 $\mu$ true = 1;
 $\sigma$ true = 3;
datasize = 100;
data = RandomVariate[NormalDistribution[ $\mu$ true,  $\sigma$ true], datasize];
Show[
  Histogram[data, 20, "ProbabilityDensity",
    AxesLabel -> {Style[汚染濃度, Bold, 10], Style[頻度, Bold, 10]}],
  Plot[PDF[NormalDistribution[ $\mu$ true,  $\sigma$ true], x], {x, -9, 11}, PlotStyle -> {Thick, Red}]
]

```



```

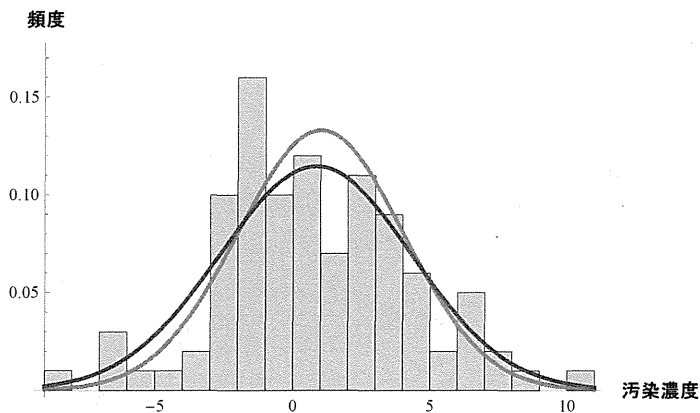
(* Step 2 平均と分散の推定 *)
(* 最尤推定 *)
FindDistributionParameters[data, NormalDistribution[ $\mu$ ,  $\sigma$ ]]
 $\mu$ estimate = Mean[data]
 $\sigma$ estimate = Sqrt[Total[(data - Mean[data])^2] / Length[data]]
Show[
  Histogram[data, 20, "ProbabilityDensity",
    AxesLabel -> {Style[汚染濃度, Bold, 10], Style[頻度, Bold, 10]}],
  Plot[PDF[NormalDistribution[ $\mu$ true,  $\sigma$ true], x], {x, -9, 11}, PlotStyle -> {Thick, Red}],
  Plot[PDF[NormalDistribution[ $\mu$ estimate,  $\sigma$ estimate], x],
    {x, -9, 11}, PlotStyle -> {Thick, Blue}]
]

```

{ $\mu$  -> 0.827765,  $\sigma$  -> 3.48226}

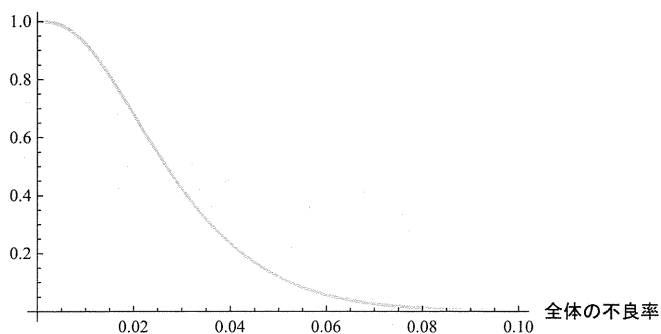
0.827765

3.48226



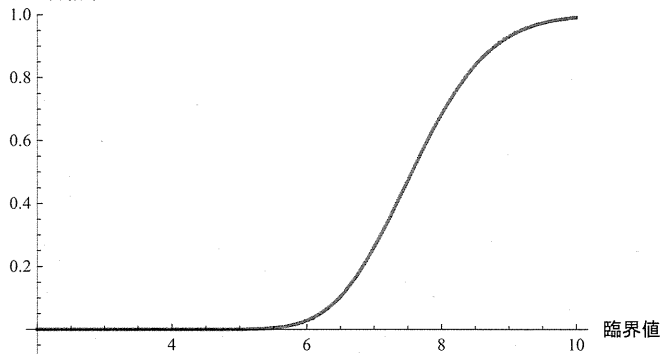
```
(* Step 3 OC曲線 *)
(* 2階級サンプリングプラン n=100, c=2 *)
AcceptProb[n_, p_, c_] := CDF[BinomialDistribution[n, p], c];
n = 100;
c = 2;
Plot[AcceptProb[n, p, c], {p, 0, 0.10}, PlotStyle -> {Thick, Green}, AxesLabel ->
  {Style[全体の不良率, Bold, 10], Style[ロットの合格率, Bold, 10]}, PlotRange -> All]
```

ロットの合格率



```
(* Step 4 OC曲線2 *)
(* 臨界値の関数としての採択率 *)
(* 推定値が正しいとした場合のOC曲線 *)
AcceptProb2[n_, c_, μ_, σ_, criticalvalue_] :=
  AcceptProb[n, 1 - CDF[NormalDistribution[μ, σ], criticalvalue], c]
Plot[AcceptProb2[n, c, μestimate, σestimate, criticalvalue],
  {criticalvalue, 2, 10}, PlotStyle -> {Thick, Blue}, AxesLabel ->
  {Style[臨界値, Bold, 10], Style[ロットの合格率, Bold, 10]}, PlotRange -> {-0.1, 1}]
```

ロットの合格率

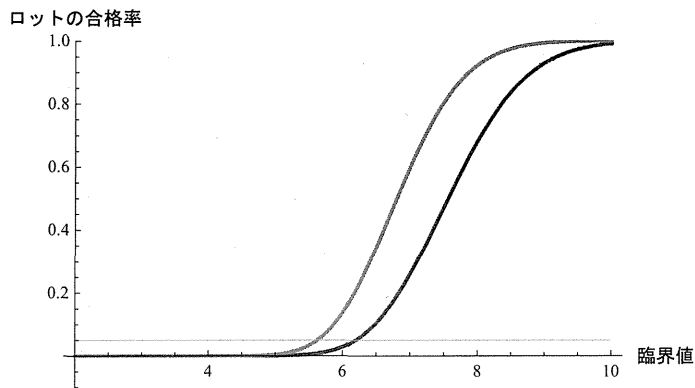


(\* Step 5 OC曲線3 \*)

(\* 臨界値の関数としての採択率 \*)

(\* 真実のOC曲線 \*)

```
Plot[AcceptProb2[n, c,  $\mu$ estimate,  $\sigma$ estimate, criticalvalue],
     AcceptProb2[n, c,  $\mu$ true,  $\sigma$ true, criticalvalue], 0.05], {criticalvalue, 2, 10},
     PlotStyle -> {{Thick, Blue}, {Thick, Red}, {Thin, Orange}}, AxesLabel ->
     {Style[臨界値, Bold, 10], Style[ロットの合格率, Bold, 10]}, PlotRange -> {-0.1, 1}]
```



厚生労働科学研究費補助金（食品の安心・安全確保推進研究事業）  
冷凍食品の安全性確保のための微生物規格基準設定に関する研究  
平成 24 年度分担研究報告書

寄生虫による汚染に関する研究

研究分担者	杉山 広	国立感染症研究所寄生動物部
協力研究者	柴田勝優	国立感染症研究所寄生動物部
協力研究者	武藤麻紀	国立感染症研究所寄生動物部
協力研究者	森嶋康之	国立感染症研究所寄生動物部
協力研究者	平 健介	麻布大学生命・獣医学部
協力研究者	鈴木 淳	東京都健康安全研究センター
協力研究者	長谷川専	株式会社 三菱総合研究所

**研究要旨：**我が国では魚介類の生食が食文化として定着している。また、獣肉・鶏肉・それらの内臓に関しても、十分な加熱なしで摂食する人が、最近では増加している。このような食習慣に起因して、単細胞の寄生虫である「原虫」や多細胞の寄生虫である「蠕虫」に感染する事例の報告が、一層目立つようになってきた。このような食品媒介の寄生虫症は、「飲食に起因する健康被害」、すなわち食中毒の具体的な例であることから、その発生を防止するには、食品衛生に係わる各種の法令が重要な役割を果たすと期待される。我が国は食品の輸入量が多く、しかも輸入食品由来の寄生虫による感染症が注視される現況にある。そこで本年度は、輸入食品に対する検疫・検査や輸入食品中の寄生虫・微生物の規格基準に関連する法令に注目した。この目的に我が国では、「植物防疫法」および「家畜伝染病予防法」、更に「食品衛生法」が重要な役割を担うが、特に前 2 者の「植物検疫・動物検疫」に関連する法令等を国際機関や諸外国から収集・検索し、次に我が国の法令と比較することで、その特徴を捉えることに努めた。その結果、諸外国における輸入食品に対する検疫・検査は、我が国の対応と概ね同等であることが明らかとなった。本研究班の命題は「冷凍食品の安全性確保」であるので、「冷凍」という手段で、食品媒介寄生虫による健康被害が効果的に防止できるのか、文献調査を継続した。また、食中毒事故の発生が目立つ肺吸虫と、症例の多発が懸念される猫回虫を対象に、冷凍による感染予防が成立するかを検討した。このような調査・検討の結果から、アメリカ食品医薬品局やコーデックス委員会が水産物の寄生虫に係る処理基準とした冷凍の条件、すなわち $-20^{\circ}\text{C}$ 以下・7日間以上であれば、多くの食品媒介寄生虫の殺滅に有効であろうと再確認された。更に食品寄生蠕虫の汚染実態の詳細を知るため、昨年度に検査対象としたサバと同一海域で漁獲された深海魚のキンメダイを検



索し、サバ由来の虫種とは異なる人体寄生性のアニサキスが多数検出されることを示した。魚の加工食品も検査し、アニサキスの寄生を証明した。

## 1. 輸入食品の寄生虫・微生物汚染の検出に係る関連法規の国際比較

### A. 研究目的

我が国の食品衛生法には、食品中の寄生虫に係る規格基準の定めがない。しかし食品のうち食肉に関しては、と畜場法および食鳥検査法に基づく寄生虫に関する検査体制が、微生物に対する体制と同様に、確立されている。一方で諸外国においては、微生物と同様に一部の寄生虫についても、食品別に対応が定められている。また食肉については、と畜検査の対象疾病および廃棄処分基準等が、我が国と概ね同等の内容で規定されている。しかし規定の位置付けは、法令あるいはガイドラインであり、一様ではない。このように食品衛生に係る各種の法令、殊に寄生虫に係る食品の規格基準は、諸外国や国際機関との間で異同を認める。

近年、輸入食品由来の寄生虫を原因と疑う感染症の発生が、我が国でも注視されるようになった。食品の輸入量が多い我が国で、このような疾病の発生を予防するには、輸入食品に対する検査体制を強化する必要がある。一方で上述のように、寄生虫および微生物に係る規格基準や検査体制が国によって異なることから、生産国側の規制状況を把握することも、我が国にとっては重要と考えられた。また我が国と同様に、食品の輸入量が多い諸外国の規制の現状を把握することは、国際的な協調体制を発展させるという観点からも、有益と考えられた。

そこで本年度は、輸入食品に対する検査や輸入食品中の寄生虫および微生物の規格基準に関する国際機関および海外諸国の情報を収集した。更にこれを取りまとめ、将来的に寄生虫および微生物に係る食品の規格基準や規制を策定・改訂する際の基礎的資料とすることに努めた。

### B. 研究方法

#### 1. 調査対象機関・国

調査対象の機関としてコーデックス委員会（以下、Codex）および欧州連合（以下、EU）を、また調査対象の国としてアメリカ合衆国（以下、米国）、オーストラリア、ニュージーランド（以下、NZ）、および韓国を選んだ。なおオーストラリアとNZは、一部に同一の規格基準が適用されており、その部分については一体的に取り扱った。

#### 2. 調査項目

上述の機関・国の公開資料を入手し、その資料等を基に、以下に示す項目に関する情報を収集・整理した。

(1) 輸入食品に対する手続きおよび監視に関する法規制

(2) 輸入食品に対する検査体制および検査項目（検査対象食品等）

(3) 輸入食品の寄生虫および微生物に係る検査方法（検査件数、サンプリング方法、分析方法等）

(4) 輸入食品の寄生虫および微生物に係る規格基準

(5) 直近の検査実績および検査結果（具体的な違反事例等）

### C. 研究結果

#### 1. 我が国における状況

本年度の調査結果である海外の機関・諸外国における輸入食品に対する検査や食品中の寄生虫および微生物の規格基準に言及する前に、食品の輸入・通関手続に関する我が国の対応について、簡単に触れてみたい。

我が国では、輸入食品に関するリスク管理のために、農林水産省と厚生労働省が分担・連携して、監視に取り組んでいる。この手続きに関連の深い法律には、以下のものがある。

#### (1) 植物防疫法

海外から輸入される青果物や穀物などを介して、植物の病害虫や病害微生物が我が国に侵入するのを防ぐため、「農林水産省の

植物防疫所」において、「植物防疫法」に基づく検査が行われる。

#### (2) 家畜伝染病予防法

海外から輸入される家畜類とその食肉および加工品を介して、家畜の伝染性疾病が我が国に侵入するのを防ぐため、「農林水産省の動物検疫所」において、「家畜伝染病予防法」に基づく検査が行われる。

#### (3) 水産資源保護法

海外からコイ、サケ・マス、クルマエビなどの水産動物を輸入する時は、「農林水産省の動物検疫所」において、「水産資源保護法」に基づく検査が行われる。

#### (4) 検疫法

コレラなど特別の疾病が流行している国・地域から輸入される農水産物に関しては、「厚生労働省の検疫所」において、「検疫法」に基づく検査が併せて行なわれる。

#### (5) 食品衛生法

輸入食品の飲食に起因する衛生上の危害を防止するため、海・空港にある「厚生労働省の検疫所」において、「食品衛生法」に基づく検査が、上述の各検疫に引き続き、実施される。一方で、例えば調理済み加工食品等は、上述の各検疫の対象とはならず、当初から「食品衛生法」に基づく検査の対象とされる。

#### (6) 関税法

輸入食品の関税や輸入禁止農水産物の確認が、「関税法」に基づき、財務省税関で実施される。この際に当該の輸入食品が、上述の関連法規により輸入の許可・承認を受けたのかも、確認される（植物検査合格書、輸入検疫証明書、食品等輸入届出書）。

### 2. 海外の機関・国における状況

海外の機関・国においても、輸入食品に関する検疫・検査の現状は、我が国の対応と概ね同等であった。すなわち検疫においては、植物検疫法および家畜伝染病予防法（あるいはそれと同等の規定）が、国内の植物や家畜を伝染性疾病から防ぐ法的根拠

となっていた。食品としての安全性の確保、すなわち食品由来の感染症を防ぐことは食品衛生法（あるいは同等の法規）に委ねられ、国内生産の食品におけるものと同じか、あるいは同程度の微生物規格基準を設定して検査が実施されていた。また手続として、輸出元の国・事業者の違反履歴や各食品のリスク程度に応じて検査頻度を変更することなども、検査の効率化を図る方法として、共通して実施されていた。

（三菱総合研究所委託報告書・参照）

### D. E. 考察および結論

輸入食品に関する検疫・検査の現状は、諸外国においても、我が国の対応と概ね同等であった。しかし韓国の水産物検疫では、我が国との間に相違を認めた。すなわち韓国では、2008年12月に「水産動物疾病管理法」を制定し、水産物検疫官が実施主体となって、水産物の検疫を農林水産省検疫検査本部（農林水産食品部に所属する機関）で実施するようになった。本法では、病原微生物による26種類の疾病を水生動物伝染病に指定し、数百種類の魚類・甲殻類を検疫の対象に位置付けた。さらに検疫後の衛生検査を、「畜産物衛生管理法（「食品衛生法」の特別法）」に基づいて、農林水産食品部で実施させている。韓国による新法令の制定と多種類の病原体・水産動物のリストアップは、限られた種類の輸入水産動物のみについて検疫に取り組む我が国の対応とは、大きく異なる。ただし韓国が「水産動物疾病管理法」で指定した病原微生物は、基本的には人に感染しないもので、水産物が陽性であっても人に対する衛生上の危害の恐れはない。

家畜類とその食肉および加工品の検疫に際して、我が国では家畜伝染病予防法が安全性確保の根幹となっている。同法（家畜伝染病（=法定伝染病））および同施行規則（届出伝染病）で定める「監視伝染病」が、家畜の伝染性疾病として動物検疫の対象とされる。監視伝染病のうち寄生虫によるものは、ピロプラズマ病、トリパノゾーマ病、トリコモナス病、ネオスポラ症、トキシプラズマ病、ロイコチトゾーン病、ノゼマ病の7種である。このうちトキシプラズマ病

は、トキソプラズマ・ゴンディ (*Toxoplasma gondii*) と呼ばれる寄生虫が原因であり、ネコ科動物が終宿主で、人や豚を含む哺乳類および鳥類が中間宿主となる。しかし法の定めでは、豚、猪、綿羊、山羊のトキソプラズマ病のみが、監視伝染病とされる。人もトキソプラズマの好適な中間宿主である。人が感染しても、ほとんどは不顕性感染で経過するが、妊娠中に母親が初めてトキソプラズマに感染すると、胎児に先天性トキソプラズマ症として、脈絡網膜炎（失明に至る眼の炎症）、水頭症などを認めることがある。我が国の食品衛生法には、食品中の寄生虫に係る規格基準の定めがない。従って、トキソプラズマが輸入豚を汚染する場合は、次のと畜場で病畜として検出され得る機会がある（と畜場法による定め）。しかし輸入食肉が汚染された場合は、動物検疫で家畜の病気（の原因）としてトキソプラズマが検出されないと、汚染豚肉が市場に流通することになる。輸入食品の寄生虫に対する対応が必要な現況にあっては、やはり「食品衛生法」において、寄生虫に係る規格基準を定める必要があると考えられた。

#### F. 健康危険情報 なし

#### G. 研究発表

論文発表および学会発表共になし。

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

特許および実用新案登録共になし。

### 2. 寄生原虫・寄生蠕虫の冷凍耐性に関する調査・研究

#### 2-1. 寄生原虫・寄生蠕虫を殺滅する冷凍条件についての文献調査（続報）

##### A. 研究目的

食品の冷凍は、食品媒介寄生虫の感染を予防するための有効な手段となる。しかし冷凍の条件（温度・時間）は、対象となる寄生虫の種類により異なることがある。そこで昨年度は、科学的根拠を以って報告された文献資料を検索して、各種寄生虫の感

染を予防するための食品の冷凍条件を抽出し、一覧表に取りまとめた。その結果、食品媒介種として重要な寄生虫の多くを、この一覧表で取り上げることができた。しかし例えば、国際食品微生物規格委員会（以下、ICMSF）が食品の衛生管理における危害要因とした病原体のうち、原虫である赤痢アメーバと肉胞子虫（サルコシステイス）、また蠕虫である蟯虫とトキソカラ属線虫（犬回虫・猫回虫）に関しては、関連の論文を見付けることができなかった。そこで本年度は、これらの寄生虫に焦点を当て、各寄生虫の感染予防に資する食品等の冷凍条件の抽出に再度努めた。

##### B. 研究方法

PubMed および医学中央雑誌を検索して、赤痢アメーバ、肉胞子虫（サルコシステイス）、蟯虫、トキソカラ属線虫（犬回虫・猫回虫）の温度感受性・温度抵抗性に関する学術文献を選別し、感染予防に資する食品等の冷凍条件の抽出に努めた。他の寄生虫に関しても、関連の学術文献を新たに見つけて冷凍条件が明らかになった場合には、一覧表に付け加えた。

##### C. 研究結果

昨年度は殺滅条件を記載できなかった重要な寄生虫のうち、肉胞子虫（フェイヤー肉胞子虫： $-20^{\circ}\text{C}$ ・48時間）およびトキソカラ属線虫（猫回虫： $-25^{\circ}\text{C}$ ・12時間）に関して、学術文献から冷凍条件を抽出し、一覧表に追加した。ナナホシドア（ $-15^{\circ}\text{C}$ ・4時間）と無鉤条虫（ $-20^{\circ}\text{C}$ ・6日）に関しても、文献検索により冷凍条件が明らかとなったので、これを書き加えた。更にウェステルマン肺吸虫（ $-18^{\circ}\text{C}$ ・100分）に関しては、感染実験により生死判定をした論文から冷凍条件を抽出して、一覧表に書き加えた（図表 1）。

##### D. E. 考察および結論

食品衛生上の危害要因として ICMSF がリストアップした病原体のうち、赤痢アメーバと蟯虫については、検索の作業を繰り返したが、感染予防に資する食品の冷凍条件に関する論文を本年度も見付けることがで

図表 1. 寄生原虫・寄生蠕虫の殺滅に有効な冷凍条件に関する文献調査（続報）

寄生虫		食品種	処理		生死判断 <sup>b)</sup>	参考文献
種（学名・和名）	発育期 <sup>a)</sup>		温度(°C)	時間		
<i>Sarcocystis fayeri</i> フェイヤー肉胞子虫	シスト (ブラディゾイド)	馬肉	-20	2日	形態観察	鎌田(2012)[2]
<i>Kudoa septempunctata</i> ナナホシクドア	クドア胞子	ヒラメ	-15	4時間	-	温泉川(2012)[8]
<i>Paragonimus westermani</i> ウエステルマン肺吸虫	Mc	サワガニ	-18	100分	感染実験	杉山ら(2012)[5]
<i>Taenia saginata</i> 無鉤条虫	Pc	牛肉	-5 -10 -20	15日 9日 6日	形態観察	Hilwig <i>et al.</i> (1978)[3]
<i>Pseudoterranova decipiens</i> シュードテラノバ	幼虫	魚	-5 -10 -20	4日 17時間 16.5時間	形態観察	Bier (1976)[1]
<i>Toxocara cati</i> 猫回虫	幼虫	鶏肉	-25	12時間	感染実験	Taira <i>et al.</i> (2012)[6]
<i>Trichinella britovi</i> 旋毛虫	幼虫	猪肉	-21	1週間	感染実験	Lacour <i>et al.</i> (2013)[4]
<i>Trichinella nativa</i> 旋毛虫	幼虫	豚肉	-18	161日	感染実験	Theodoropoulos <i>et al.</i> (2000)[7]

a) Mc: メタセルカリア

Pc: プレロセルコイド

b) -: 文献中に判断方法の記述なし

#### 参考文献(冷凍)

- 1) Bier, J. W. Experimental anisakiasis: cultivation and temperature tolerance determination, J. Milk Food Technol., 39, 132-137, 1976.
- 2) 鎌田洋一 ギルコシスティスが含まれる馬肉による食中毒, 日食微, 29, 47-52, 2012.
- 3) Hilwig, R. W., Cramer, J. D. and Forsyth, K. S. Freezing times and temperatures required to kill cysticerci of *Taenia saginata* in beef, Vet. Parasitol., 4, 215-219, 1978.
- 4) Lacour, S. A., Heckmann, A., Macé, P., Grasset-Chevillot, A., Zanella, G., Vallée, I., Kapel, C. M. and Boireau, P. Freeze-tolerance of *Trichinella* muscle larvae in experimentally infected wild boars, Vet. Parasitol., in press, 2013.
- 5) 杉山 広・柴田勝優・森嶋康之・山崎 浩・川上 泰 肺吸虫の感染を予防するためのサワガニ冷凍条件の検討, Clin. Parasitol., 23, 57-59, 2012.
- 6) Taira, K., Saitoh, Y., Okada, N., Sugiyama, H. and Kapel, C. M. O. Tolerance to low temperatures of *Toxocara cati* larvae in chicken muscle tissue, Vet. Parasitol., 26, 383-386, 2012.
- 7) Theodoropoulos, G., Kapel, C. M., Webster, P., Saravanos, L., Zaki, J. and Koutsotolis, K. Infectivity, predilection sites, and freeze tolerance of *Trichinella* spp. in experimentally infected sheep, Parasitol. Res., 86, 401-405, 2000.
- 8) 温泉川肇彦 生食用生鮮食品を共通食とする病因物質不明有症事例の解明をめざして, 日食微, 29, 43-46, 2012.

きなかった。赤痢アメーバでは、冷凍保存法（の改良）に関する論文が古くから数多く雑誌掲載されていた。しかし食品を汚染した虫体（シスト）を対象に、殺滅のための冷凍条件を明らかにした論文は見付からなかった。一方で蟯虫は、下着や寝具に付着した幼虫包蔵卵を（就寝中に）塵と共に取り込んで感染する寄生虫である。感染経路は経口であるが、我が国では食品媒介種とは見なされておらず、食品を汚染した虫体（虫卵）を殺滅する冷凍条件については、検討に乏しいと想像された。これらの寄生虫に関して、殺滅に有効な冷凍条件の提示が必至であるなら、食品を介した赤痢アメ

ーバや蟯虫の感染を身近に認める国や地域の学術雑誌を対象として、新たに文献検索などの作業を試みるべきだと考えられた。

今回の検討により、フェイヤー肉胞子虫、ナナホシクドア、ウエステルマン肺吸虫、無鉤条虫、猫回虫に関する虫体殺滅の条件（温度・時間）を新たに明らかにし、一覧表に書き加えた。これらの寄生虫を含めて、一覧表を全体的に眺めると、アメリカ食品医薬品局やCodexが水産物の寄生虫に対して定めた処理基準である7日間以上の冷凍を施せば、多くの原虫・蠕虫は死滅することが分かった。-20°C・7日間という値は、