

水産食品의 安定성과 對策

張東錫

釜山水産大學校 食品工學科

1. 緒 論

食品은 생명유지를 위한 營養機能(nutritional function), 맛, 냄새, 식품의 색깔 등 감각기능(sensory function)과 生體調節機能(body·modulating function)을 가지고 있는데 近來에 와서는 食品의 生體調節機能에 대한 關心이 높아가고 아울러 營養學的인 面보다는 食品으로 因한 健康障害要因 分析 및 對策에 관한 研究가 活潑히 研究되고 있다.

人間은 지구표면의 1/3인 陸地에서만 살고 있기 때문에 주거용 宅地, 農耕地, 工業用地 등의 부족이 날로 심화되고 있다. 또 人口增加로 해서 우리들의 生活環境이 汚染되고 파괴되는 등 여러 가지 달갑지 않는 현상들이 많이 일어나고 있다. 이러한 時點에서 우리들의 關心이 지구표면의 70%이상을 차지하고 있는 바다로 돌려진다는 것은 너무나 당연한 일이다.

예로부터 우리민족은 水産物을 즐겨 먹어왔고 또한 動物性蛋白質의 70%이상을 공급하고 있는 魚貝類의 安全性은 國民保健上 대단히 重要하다. 그런데 지구표면의 70% 이상을 차지하고 있는 海洋에서 生産되는 魚貝類는 水界에서 生産되는 全體生産量의 50% 沿岸海域에서 生産되고 있다. 또한 沿岸海水는 도시하수나 임해공단으로부터 産業계수 등으로 汚染되고 細活性食中毒, 寄生忠, 自然毒 등이 우리들의 健康을 위협하고 있는 실정이다. 本 橋에서는 水産物의 汚染實態를 알아보고 그 對策에 대하여 언급하고자 한다.

2. 公害로 인한 水産物汚染

重金屬 汚染—人体에 존재하는 金屬은 本來 그 存在比가 정해져 있다. 成人生体内的 金屬類가 balance를 유지하고 있다가 外部에서 重金屬이 流入되어 balance가 깨지면 가능장애가 일어난다고 알려져

있다. 예를 들면, Ca는 1.1×10^6 mg, P는 8.0×10^5 mg, K는 1.1×10^6 mg, Pb는 1.1×10^2 mg인 반면 Cd, Hg는 10 mg 内外로 알려져 있다.

重金屬의 毒性은 종류에 따라 差異가 있으며, 高分子物質과의 結合強弱에 따라 영향을 받는다. 金屬原子와 炭素原子가 結合해 있는 有機金屬化合物은 狀, 揮發性, 脂溶性 등의 性質을 가지고 있는 것이 있어서 腸管吸收가 좋다.

Cadmium의 腸管吸收率은 5% 程度이며 体内에 侵入된 cadmium의 1/2~1/3은 肝腸과 腎臟에 축적되며 長期間 섭취되면 蛋白尿가 나오고 칼슘, 인 등이 소변에 異常으로 排泄되어 骨軟化현상이 일어나며 水銀의 경우는 腸管吸收率은 10%로 알려져 있다.

重金屬에 의한 代表的인 食中毒 사고로는 일본에서 Hg로 인한 미나마다병, Cd로 인한 아사이 이따이병, 이라크에서 유기수은체에 의한 집단사고 등을 들 수 있다.

우리나라에서 食中毒에 대한 重金屬의 허용기준은 아직 설정되어 있지 않는데 外國의 경우를 살펴보면 미국에서는 水銀에 한하여 1.0 ppm, 日本에서는 0.04 ppm, 호주에서는 Hg, Cd, Pd에 대하여 각각 0.5 ppm, 0.2~2.0 ppm, 1.5~2.5 ppm으로 정하고 있다. 海産魚類에 대한 重金屬 오염도를 살펴보면 평균치는 汚染度가 낮은 편이지만 최고치의 경우는 규제

Table 1. 한국산 해수어류의 중금속 농도 (평균치/최고치, 생체기준 ppm)

년도	지역	시료수	Hg	Cd	Pb
1973	전국	112	0.17~0.58	0.09~3.40	-
1981	전국	110	0.18~0.78	0.01~0.03	-
1985	전국	118	0.10~0.46	0.01~0.09	0.38~1.87
1987	전국	224	0.09~0.11	0.02~0.04	0.31~0.34

인용 : 이서래, 이미경(1989)

Table 2. 굴 및 진주담치에서의 중금속 함량 (ppm)

해역	시료	시료수	Hg	Cd	Pb
한산·거제만 (1982~1983)	굴	156	<0.16	0.38	0.34
	진주담치	78	<0.16	0.22	0.32
가만만 (1984)	굴	71	<0.16	0.29	0.31
	진주담치	40	<0.16	0.15	0.29

인용 : 김성준(1989)

Table 3. 수산물중 중금속의 허용기준 (ppm)

국가	Hg	Cd	Pb
Australia	0.5	0.2(어류) 2.0(연체류)	1.5(어류) 2.5(통조림, 연체류)
Netherlando	1.0	0.05(어류) 1.0(연체류, 패류)	0.5(어류, 갑각류) 0.5(어류, 갑각류)
Japan	0.4(총수은) 0.3(메틸수은)		
U.S.A.	1.0		
Korea (1985 시안)	0.5	0.2	1.5

인용 : Conson(1988), 보건사회부(1985)

치를 초과하는 빈도가 높았다(Table 1).

한편 貝類의 경우 國立水産振興院 資料에 의하면 안전한 편이다. 우리나라에서 대표적인 패류생산해역인 경남의 한산, 거제만과 전남의 굴과 진주담치의 重金屬 含量은 海域에 관계없이 水産物에 대한 規制値보다 훨씬 낮은 편이다. 그리고 한국에서 1985년 제안한 규제치 중에서 Cd의 경우 0.2 ppm은 문제가 있다고 여겨진다. 日本의 경우 白米에 대한 규제치가 0.9 ppm이고 0.4 ppm을 초과하는 경우에는 경고지역으로해서 계속적인 조사가 필요하다고 한 바 있다. 農藥類 汚染—경남의 한산, 거제만 해역에서 養殖되고 있는 굴을 試料로 하여 殺蟲劑含量을 國立水産振興院에서 분석할 결과는 Table 2와 같으며 이 결과를 미국 FDA의 水産物에 대한 有毒, 有害物質의

規制値와 비교할 때 매우 낮은 값이었고 이들 殺蟲劑 중 어류의 可食部와 貝類에 같이 통용되는 endrin의 경우 한산, 거제만의 굴은 FDA 規制値 0.3 ppm의 1/400에도 못미치는 수준으로 汚染度가 낮았다(Table 4).

3. 細菌性 食中毒

水産物로 인한 細菌性 食中毒은 vibrio균을 으뜸으로해서 Clostridium botulinum E, Salmonella, Aeromonas, Plesiomonas 등이 밀접한 관계가 있으며, 이 밖에 Staphylococeus, Listeria 등도 문제가 되고 있으며 연안에서 서식하는 패류로부터는 virus나 typhoid fever도 간과할 수 없다. 어류의 경우는 위생적인 취급관리로 세균성식중독 예방이 비교적 쉬우나 연안접착 생물의 경우는 해수의 오염으로 더 많은 주의를 요한다.

미국에서는 패류로 인한 세균성 식중독을 줄이기 위하여 National Shellfish Sanitation Program (NSSP)에 의하여 패류서식해역을 Approved area, Conditionally Approved area, Restricted area, Closed area로 區分하여 패류위생관리를 하고 있으며, 우리나라에서는 국내 소비용패류에는 적용하지 않고 수출용패류의 생산지정해역을 정하고 있다. 즉 許可海域의 海水에 대한 細菌學的 基準은 海水 100 ml중 大腸細菌의 最確數(MPN)의 中央値가 70以下이거나 海洋學的條件 및 汚染狀態가 가장 不良한 期間에 排泄物의 影響을 받는 場所의 海水 100 ml중 大腸細菌 MPN이 230을 초과하는 것이 試料의 10% 미만일 것으로 規足하고 있다. 한편 美國에서는 기존의 大腸菌群 기준과 더불어 최근에는 糞便系大腸菌(fecal coliform)의 기준을 신설하여 두 기준을 사용하고 있다. 한편 Vandonsel과 Geldreich(1971)에 의하면 Salmonella는 fecal coliform과 外界에서 生殘力이 비슷하다고 알려져 있는데 해수에서의 E. coli 生殘力을 보면 염분이 10일 때에는 2日間 방

Table 4. 굴의 殺蟲劑 含量 (ppm, 1988)

조사해역	시료수	Aldrin	DDT	Endrin	Heptachlor	Heptachlor expoxide
한산·거제만	24	0.0013	—	0.0007	0.001	0.0016

인용 : 김성준(1989)

Table 5. 염분이 조정된 해수에서의 E. coli 생산율

염분 (%)	방치일수	생산율 (%)	염분 (%)	방치일수	생산율 (%)
10	2	100.6	25	2	8.6
	5	87.6		5	5.1
	8	53.5		8	4.3
15	2	27.9	30	2	1.7
	5	11.7		5	0.7
	8	7.1		8	2.0

*Zerp time E. coli density-10⁷ cells/ml of sea water from anderson *et al.* (1979).

Fig. 1. 미국에서의 패류양식장의 세균학적 분류

분 류	세균기준 MPN/100 ml 해수
Approved area	Coliform MPN median <70 <230 인것이 10%이내
Conditionally approved area	細菌基準 위와 同日 限時的 制限
Restricted area	Coliform MPN <2,300인 것이 10%이내
Closed area	Coliform MPN median <700 <2,300인 것이 10% 이상 조사된 海域

치해도 죽지 않으며 8일이 경과하여도 50%이상 생산하며 15%에서는 2日間 방치하면 28% 정도, 5日間 방치해도 약 12%나 생존하여 있음을 볼 때 가정하수의 영향을 받는 연안양식장의 세균학적 품질은 정확한 조사를 요한다 하겠다(Table 5).

日本이나 韓國에서는 細菌性食中毒에는 腸炎비브리오가 단연 우위를 점하고 있으며 敗血症비브리오인 *Vibrio vulnificus*도 우리나라 남해안 연안에서 高率로 검출되고 있는 실정이다. Fig. 1에서 알 수 있는 바와 같이 1986년 7~9월 사이 부산, 포항, 충무, 여수 등지의 해수 68시료 중에서 13개 시료에서 *Vibrio vulnificus*가 검출되어 검출율이 19%나 되었으며 균수 또한 해수 100 ml 당 6.1~11.00으로 여름철 식품위생 관리의 중요성은 그만큼 높은 것이다. 더구나 *Vibrio parahaemolyticus*의 경우는 이보다 검출율이나 균수가 더욱 높다는 사실을 인식

Table 6. 미국에서의 패류로 인한 식중독 사고 1973-1987

원인균	사건수	환자수
Enterics	13	205
Cl. pesfringens	2	28
Salmonella	3	80
Shigella	4	77
S. aureus	2	14
B. cereus	2	6
Vibrio		
V. parahaemolyticus	18	298
V. cholerae	3	16
V. cholerae Non 0-1	2	11
Virus	11	377
Hepatitis A	9	335
Other virus	2	42

From; CDC, USA seport

해야 할 것이다.

미국의 경우도 패류로 인한 식중독사고의 보고에는 Table 6과 같다. 패류의 경우 위생관리가 잘 되고 있다는 미국에서도 *Vibrio parahaemolyticus*로 인한 식중독사고가 월등히 높음을 알 수 있다.

뿐만 아니라 *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* 모두 동결하여도 完全 사멸이 어렵다는 사실도 간과해서는 안될 것이다.

4. 魚貝類의 自然毒

자연독에는 식물성 자연독과 동물성 자연독으로 나눌 수 있는데 動物性自然毒은 복어독과 패류독이 대표적이다.

복어독—복어독의 주증상은 마비인데 식후 20분내지 3시간 사이에 나타나며 먼저 입술, 혀끝, 손발이 마비되기 시작하여 운동불능상태로 되고 언어장애, 호흡곤란을 일으켜 死亡하게 되는데 効果의인 치료법이 없기 때문에 사망율이 높으나 회복되면 후유증은 전혀 없는 것이 특징이다. 복어독은 복어의 종류나 계절에 따라 차이가 있으나 대체로 卵巢나 肝腸에 毒이 많고 鰾질이나 腸의 경우가 그 다음이고 精巢와 筋肉은 弱毒이거나 無毒이다. 복어독은 신경막의 sodium channel에 作用해서 Na⁺의 細胞膜

Table 7. 여러 가지 毒素의 毒性比較

毒性	LD50 µg/kg mouse	來源	分子量
Botulinus toxin A	0.0003	細菌	900,000
Diphtheria toxin	0.3	細菌	72,000
Saxitoxin	10	<i>Protogonyaulax</i> spp. 二枚貝, 介	299
Gonyautoxin-2	12	<i>Protogonyaulax</i> spp. 二枚貝	395
Tetrodotoxin	8.7	복어, 도마뱀, 卷貝類, 불가사리類, 연체동물, 細菌	319
NaCN	10,000		49

Table 8. Detection period 8PSP in blue mussel, *Mytilus edulis*

area	year	1989	1990
pusan		Fel-Jul	Fel-Jun
Masan		Fel-May	Fel-May

내로의 透過를 特異적으로 막기 때문에 呼吸麻痺를 일으킨다고 알려졌으며 K⁺의 透過性에는 영향을 미치지 않음이 밝혀져 이 毒이 生理學이나 生化學 등 관련 분야에 좋은 연구과제가 될 수 있다.

복어毒의 毒力은 Table 7에서 알 수 있는 바와 같이 NaCN의 100배에 達하며 低分子의 自然毒中에서는 제일 강한 部類에 强하는데 이 毒이 한때는 신경통이나 류마치스통증 中止劑로 사용된 적도 있었다.

복어毒의 毒化機構는 food chain에 의해서 毒化되는 可能性도 提示되고 있다. 養殖産 복어는 肝腸이나 卵巢에도 無毒인데 이 복어에 有毒복어의 肝腸을 먹으면 短時間에 毒化되는 것이 관찰되었고 또 *Vibrio* sp. *Pseudomonas* sp. *Alteromonas* sp도 복어毒을 생산하는 것으로 알려지고 있다.

麻痺性 自然毒—自然毒에는 마비성패류독, 下痢性貝毒, ciguatero毒, venerupin, tetramine 등이 있는데 麻痺性自然毒을 중심으로 소개하고자 한다. 마비성패류독은 복어독과는 달리 food chain에 의해서 毒化되는데 *Alexandrium* sp와 관계가 깊은데 지역 특이성, 시기적 특이성이 있어서 有毒貝類를 無毒한 海域으로 옮기면 無毒化되고 또한 그 反對현상도 있다. 우리나라 남해안의 경우 주로 2~7月 사이에 검출되지만 주로 3月경에 독이 최고치로 달하는 경우가 많으며 같은 장소에서도 년도에 따라 환경

Table 9. The relative residual psp toxicity (%) 8 blue mussel, *Mytilus edulis*, by heating time and heating temperature

Heating temperature(°C)	Heating time(min)						
	0	10	20	30	40	50	60
62.8	100	-	-	98	-	-	96
70.0	100	95	-	92	-	-	90
80.0	100	-	-	87	-	-	65
90.0	100	83	-	65	55		
100.0	100	34	27	23	16		
110.0	100	17	12	10			
121.0	100	10	8	6			

조건의 영향을 받아 毒화시기, 毒력 등은 차이가 많다. 여러 가지 2매패 중에서 특히 진주담치의 경우가 毒화되는 예가 흔하였으며 毒화된 진주담치를 동량의 수도수를 가하고 가열할 때 가열시간에 따른 가열온도별 毒력의 변화는 Table 9와 같다. 즉 70°C이하에서는 1시간을 가열하여도 별 毒殺효과가 없으나 90°C이상에서는 상당한 毒殺효과가 있었다. 특히 110°C 이상의 湯조림 가공조건에서는 10분간 가열하여도 最低毒성의 1/10정도로 毒殺되었다. 이 밖에도 측정방법에 의하여도 毒殺효과가 좋음이 밝혀져 있는 실정이다.

5. 對策에 관하여

公海로 인한 汚染縮小化—産業社會, 人口의 都市集中化 등으로 各種 公海의 完全 추방은 不可能함으로 합리적인 법적기준의 재설정, 설정된 기준의 엄정한 준수와 벌칙의 강화, 감시와 연구시설의 확대, 汚染源의 除去方法과 對策에 행정당국은 물론 모든 環

런자가 동참하는 국민적인 정신개혁이 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

細菌性 食中毒에 대한 대책—細菌, 바이러스, 기생충으로 인한 건강장해 중에서 특히 微生物에 대한 대책은 첫째, 청결의 원칙 둘째, 온도의 원칙 셋째, 신속의 원칙을 철저히 준수하여야 할 것이며 지금까지 밝혀지지 않은 건강장해 微生物에 대한 연구가 계속적으로 충실히 해져야 할 것이다.

痲痺性 自然毒에 대한 대책—첫째, 貝類의 毒化機構를 정확히 밝혀 毒化豫報體系를 확립하고 毒化防止對策을 강구할 것, 둘째 毒化우려 時期나 海域에 대하여 毒性檢査를 철저히 실시하여 食品衛生學的으로 安全한 貝類만을 市販可能하도록 제도적 조치를 취할 것, 셋째 毒化된 貝類의 效果的인 除毒防止를 강구하여 貝類養殖業者를 보호하고 毒化된 食糧化를 도움으로써 지속적인 수산업발전을 기해야 할 것이다.

參考文獻

1. 보건사회부: 해산어류의 중금속 최대허용기준자료 (1985).
2. 張東錫, 申逸湜, 卞在亨, 朴榮浩: 진주담치의 痲痺性毒에 관한 연구, 한국수산학회지, **20**(4), 293-299.
3. 張東錫, 申逸湜, 卞在亨, 朴榮浩: 痲痺性貝類毒의 除毒에 관한 연구, 한국수산학회지, **21**(5), 297-302.
4. Cocon, J. M.: Food toxicology, marcel (1988).
5. Donn, R. Ward and C. R. Hackney.: Microbiology of marine food products, 135-208 (1991).
6. 石食俊治: 食品安全性, 315-326 (1988).
7. 이서래, 이미경: 유통식품의 안전성과 소비자 인식에 관한 연구. 한국음식문화연구원 학술보고서 (1989).
8. 한국수산학회: 환경오염과 水産食品. 1989年度 夏季심포지엄. 17-51.
9. 内山充, 豊田正武: 食品衛生學, 126-145(1983).