J. Fd Hyg. Safety 11(1), 57 - 70(1996)

시판 어패류에서의 오염지표세균의 분포와 저장 온도 및 저장 기간이 오염지표세균에 미치는 영향

이용욱 · 김정현 · 박석기*† · 이강문*
*서울대학교보건대학원, *서울특별시보건환경연구원*

Distribution of Indicator Organisms in Commercial Fish and Shellfish and Influence of Storage Temperature and Period

Yong Wook Lee, Jung Hyun Kim, *Seog Gee Park and *Kang Moon Lee
Seoul National University Graduate School of Public Health,
**Seoul Institute of Health and Environment Research*

ABSTRACT — This paper intends to investigate commercial fish and shellfish 25 species (fish 8 species, shellfish 7 species, crustacean 3 species, molusc 4 species and echinodermata) for the distribution of sanitary indicator organisms (total viable counts, coliforms, staphylococci, vibrios, and enterococci) and distributional change of indicator organisms according to storage temperature and period. The logarithmic mean of total viable counts for total commercial fish and shellfish 25 species was 5.41±0.26 CFU/g, and in accordance with fish and shellfishes, crustacean 6.76±0.67 CFU/g, shellfish 5.67±0.56 CFU/g, echinodermata 5.47±1.50 CFU/g, fish 5.02±0.38 CFU/g, and mollusc 5.03±0.65 CFU/g. The logarithmic mean of enterococci was 2.36±0.37 CFU/g, and in accordance with fish and shellfish, crustacean 3.44±2.12 CFU/g, shellfish 3.87±0.45 CFU/g, echinodermata 3.38±0.0 CFU/g, fish 2.16±0.41 CFU/g and mollusc 0.01±0.0 CFU/g. The logarithmic mean of vibrios was 1.60±1.59 CFU/g, and in accordance with fish and shellfish, crustacean 4.23±1.11 CFU/g, shellfish 3.58±0.90 CFU/g, echinodermata 1.64±0.34 CFU/g, fish 1.79±0.67 CFU/g and mollusc 1.07±0.61 CFU/g. The logarithmic mean of staphylococci was 1.60±1.59 CFU/g, and in accordance with fish and shellfish, shellfish 0.01±0.00 CFU/g, echinodermata 3.51±0.60 CFU/g, fish 1.68±0.64 CFU/g, crustacean 0.34±0.33 and mollusc 2.90±0.11 CFU/g. The logarithmic mean of coliforms was 2.52±0.32 CFU/g, and in accordance with fish and shellfish, echinodermata 3.58±1.89 CFU/g was highest, shellfish 3.25±0.30 CFU/g, crustacean 3.23±0.49 CFU/g, fish 2.18±0.63 CFU/g, peeled shellfish 1.80±0.51 CFU/g and mollusc 1.55±0.95 CFU/g. As the results of research of the change of the contaminated indicator microflora in working with storage period at 10°C, 20°C and 30°C, total viable counts was increased without storage temperature and enterococci were decreased slowly at 10°C, but increased at 20 and 30°C.Vibrios were decreased slowly at 10°C, decreased at 20°C and 30°C in 2 days after increased rapidly. Staphylococci were increased promptly without storage temperature in 2 days, then the total viable counts were maintained. Coliforms were increased at 10°C by 7 days, then decreased or maintained after 14 days, changed at 20°C in accordance with fish species in 2 days, then returned to the initial total viable count, and decreased rapidly at 30°C on 2 days. By the way, there were no difference among the species.

Key words □ Indicator organisms, Fish and shellfish, Storage temperature, Storage period

† Author to whom correspondence should be addressed.

우리 나라에서 1960 년부터 1979 년까지의 식중독 발생 상황을 조사한 것을 보면 농촌에서는 집안에서의 발생 비율(77.9 %)이 도시(62.1 %)보다 높았고, 도시에서는 어패류(40.7 %)에 의한 식중독 발생률이 높았으나 농촌에서는 어패류(23.3 %), 복합조리식품(22.1 %), 곡류(20.9 %)가 거의 비슷한 발생률을 나타내었다. 농촌에서는 11명 이상의 집단 식중독 사고(46.5 %)가 도시보다 높았다(22.1 %).[1] 계절별로는 봄, 가을, 겨울에는 어패류, 여름에는 복합조리식품이 주된 원인 식품이었다. 60년대 전반에는 어패류(51.5 %)가 두드러지게 많았으나 70년대 후반에는 다양한 식품에서 식중독이 발생되어 식품의 다변화가 이루어졌다.

한편 이와·김[2]은 우리 나라의 식중독을 다음과 같이 요약하였다. 즉 1) 식중독 발생의 원인이 다양화하고 있다. 2) 과거 대형 식중독 발생 원인은 병폐사수축의 유통이 주원인일 때가 많았다. 3) 우리 나라 식중독 발생은 고온 다습한 시기에 집중적으로 발생하고 있다. 4) 가정내 집단배식으로 인한 식중독 발생은 도시에서는 감소되고 있다. 5) 경미한 식중독 발생은 연중 발생하고 있는 것으로 판단되나 보고되는 예는 드물다. 6) 어패류 생식으로 인한 식중독 발생은 우리 나라 식중독 발생의 주원인이다.

일반적으로 어패류는 단백질이나 지질이 풍부할 뿐만 아니라, 무기질이나 비타민 류의 좋은 공급원이 되고 있으며, 또한 해조류도 각종 무기질의 공급원으로서 영양적으로 중요한 구실을 하고 있다. 수산물에 함유되어 있는 지질은 열량원으로 중요할 뿐만 아니라 동맥경화, 심근 경색, 뇌혈전 등의 순환기계 성인병을 예방하는 데 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 즉 어패류 지질의 구성 성분인 EPA나 DHA 등의 고도 불포화 지방산은 혈청 중의 triglyceride량이나 cholesterol량의 저하, 혈소판의 응집능 저하 등에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀져 있다.[3]

식육과 마찬가지로 물고기와 다른 해산 식품의 어획 후 일어나는 사후 변화는 먼저 효소계의 작용에 의한 해당 작용과 같은 생화학적 변화가 일어나며, 이후 사후 경직이 일어나고, 해경과 더불어 근육의 연화 현상인 자가 융해가 일어나며 여기에 세균이 증식하여 선도 저하가 일어나며 부패에 이르게 된다.[4]

유기물이 미생물의 작용에 의하여 분해되어 불쾌한 냄새가 맛을 내게 되고, 때때로 유해 유독한 물질을 생성하여 우리가 이용하기에 부적합한 물질로 변화하는 과정이 부패이다.

육의 부패는 주로 조직 중의 효소와 세균이 분비하는 효소의 공동작용에 의하여 진행된다. 육단백질의 분해는 단계적으로 진행되는 것이 아니라 일부 단백질이 그대로 남아 있을 때에도 분해된다. 또한 세균이 생산하는 단백 분해 효소는 단백질을 분해하여 세균이 이용할 수 있는 단위까지 분해하게 만든다. 어획한 어패류에는 이미 아가미, 체표면 및 소화관내 등에 세균이 부착하여 있고 이것이 고기 성분이나 저분자 화합물을 영양원으로 하여 어느 정도 증식한 다음 차차 결합조직 및 혈관 등을 통해 내부로 침투하게 된다. 이러한 부패 과정에 관여하는 세균의 종류는 항상 일정한 것이 아니고 분해 정도나 주위 여건 변화에 따라 그 종류도 달라진다.[5]

어류는 소화관 외에 아가미나 체표 등에도 각종 세균들이 달라붙어 있는 데, 물고기가 죽은 직후 세균이 활발하게 활동하여 부패하게 된다. 이와 관계하여 원생동물인 점액포자충은 가다랭이나 청새치류, 강미대구과 어류 근육에 기생하는 데 물고기가 죽으면 프로테아제를 분비하여 기생 부위 주변을 융해한다.[6]

이상과 같이 어패류는 중요한 영양 공급원이나, 손쉽게 부패하여 식중독을 자주 일으키는 동물성 식품이다. 특히 어패류의 세균학적 오염도 조사는 식품위생 및 식중독 예방에 매우 중요한 자료이다. 따라서 본 연구에서는 어패류의 오염지표세균 분포 상황을 조사하고, 또한 저장 온도별 오염지표세균의 분포 상황을 조사함으로써 어패류를 좀 더 위생적으로 공급할 수 있게 하여 국민 보건에 이바지하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

어패류에서의 오염지표세균의 분포 및 저장 온도와 저장 기간별 오염지표세균의 변화를 조사하기 위하여 1995년 7월 20일 부터 10월 2일까지 서울 시내 가락 농수산 시장, 노량진 수산물 시장에서 시판 중인 어류 8종, 패류 7종, 연체류 4종, 갑각류 3종 극피류 3종 총 25종 25건을 멸균한 용기에 채취하여 냉장 상태에서 운반한 후 시험 대상으로 하였다. 시험한 어패류의 종류는 다음과 같다.

① 어류 : 미꾸라지(Misgurnus mizolepis), 서대기(Areliscus hollandi), 병어(Pampus argenteus), 눈퉁멸(Etrumeus teres), 붕어(Carassius carassius), 삼치(Scomberomorus niphonius), 전어(Clupanodon punctatus), 넙치(Kareius bicoloratus) (8종).

② 패류 : 맛조개(Solen strictus), 골뱅이(Fusitritron oregonensis), 개조개(Saxidomus purpuratus), 바지락(Ruditapes philippinarum), 꼬막(Tegillarca granosa), 동죽살(Peeled Mactra veneriformis), 조갯살(Peeled pickled small clams) (7종).

③ 연체류 : 갑오징어(Sepia esculenta), 낙지(Ocotopus

minor), 창오징어(Doryteythis kensaki) 주꾸미(Octopus ocellatus) (4종)

④갑각류 : 방게(Helice tridens), 중하(Metapenaeus joyneri), 쏙(Upogebia major) (3종).

⑤ 극피류 : 해삼(Stichopus japonicus), 미더덕(Styela clava), 멍게(Halocynthia roretzi) (3종).

시료 채취 및 조제

각종 어패류의 시료 채취는 다음과 같이 하였다. 즉 채취한 시판 어패류를 약 10 g을 채취하여 희석수 90 m*l*를 가하고 Homogenizer 또는 stomacher(Seward stomacher 400)를 이용하여 1분 동안 균질화하여 시료 원액으로 사용하였다.

어패류에서의 오염지표세균의 분포도 시험

어패류에서의 일반세균수, 대장균군, 장구균, 포도상구균 및 비브리오균의 시험은 FDA의 Bacteriological analytical manual,[7] A.P.H.A.의 Standard method[8] 및 식품위생검사지침[9]에 준하여 실시하였다.

일반세균수는 균질화된 시료 원액을 희석수가 들어 있는 10배 희석용 시험관(18×180 mm)에 멸균 피펫을 이용하여 각 단계별(10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4})로 25회 희석하여 3장의 멸균 petri dish에 각 희석액 1 m*l*씩을 취하여 121°C, 15분간 멸균하고 50°C로 식힌 plate count agar(Difco) 15~20 m*l*를 분주하여 sample 희석액과 평평하게 되도록 흔들어 혼합한다. agar를 굳힌 후 Petri dish를 뒤집어 35±1°C에서 48±3 시간 배양하여 30~300개의 집락을 형성하는 평판을 colony counter를 이용하여 집락수를 계수하고 희석 배수를 곱하여 균수를 산정하였다.

대장균군은 desoxycholate 유당한천 배지법에 의하여 측정하였다. 즉, 시료 원액을 1:10, 1:100, 1:1000배로 단계 희석하여 3장의 멸균 Petri dish에 각 희석액 1 m*l*씩을 넣고 가열 용해하여 50℃로 식힌 Desoxycholate agar(Difco) 15~20 m*l*를 분주하고 sample 희석액과 평평하게 되도록 흔들어 혼합하였다. agar가 굳은 다음 Petri dish를 뒤집어 35±1°C에서 20±2시간 배양하여 전형적인 암적색의 집락을 colony counter로 집락수를 계수하였다. Desoxycholate agar(Difco)에서 자란 전형적인 적색 집락을 EMB(Difco) 평판 배지에서 37°C 24시간 배양한 후 녹색 금속 광택의 집락을 관찰하여 확정 시험 양성으로 판정하였다. 또한 전형적인 집락 2개를 lactose broth(Difco)에 백금 loop로 접종하여 48±3시간 배양하여 Gas 생성 및 Gram 음성 무포아 간균으로 완전 시험 양성임을 확인하였다.

장구균은 KF streptococcus agar법에 의하여 측정하였다. 즉, 1:10, 1:100, 1:1000 희석액을 각각 1 m*l*를 페트리 디쉬에 접종하고 고압증기멸균 후 50°C로 식힌 KF streptococcus agar(Difco) 배지를 15~20 m*l* 분주하여 잘 혼합한 후 배지를 뒤집어 36±0.5°C에서 48±2시간 배양하여 전형적인 황색 집락을 형성한 균수를 세어 희석배수를 곱하여 시험균수를 산정하였다.

비브리오균은 TCBS 배지를 이용하여 측정하였다. 즉 1:10, 1:100, 1:1000으로 희석한 시료 각 0.1 m*l*씩을 TCBS agar(Difco) 배지에 도말하고 37°C 24~48시간 배양하고 형성집락중 황색 또는 녹색 집락을 형성한 균수를 산출하고 이 중 대표적인 균주 5주를 선택하여 생화학적 시험에 의하여 비브리오균임을 확인하여 그 비율에 의하여 비브리오균의 균수를 산출하였다.

포도상구균은 Baird-Parker agar 배지를 이용하여 균수를 측정하였다. 즉 1:10, 1:100, 1:1000으로 희석한 시료 0.1 m*l*씩을 Baird-Parker agar(Difco) 배지에 도말하고 37°C 48시간 배양한다. 형성 집락 중 흑색을 띠며 주변이 투명한 균을 세고 전형적인 집락 5개를 선택하여 생화학적 시험에 의하여 포도상구균임을 확인하고 그 비율에 따라 포도상구균의 균수를 산출하였다.

오염지표세균의 저장 온도별 변화 시험

시료를 10°C, 20°C 및 30°C에 보관하면서 2일, 7일 및 14일에 오염 세균의 분포를 조사하였다. 시험 방법은 3. 어패류에서의 오염지표세균의 분포도 시험과 동일하게 하였다.

결과 및 고찰

시판 어패류의 오염지표세균의 분포

시판 어패류에서 오염지표세균의 분포를 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

즉 어패류 25종에 대한 일반세균수의 평균대수는 5.41±0.26 CFU/g이었으며, 어종별로 갑각류 3 종에 대한 일반세균수의 평균 대수는 6.76±0.67 CFU/g으로 가장 높았으며, 패류 5종 5.67±0.56 CFU/g, 극피류 3종 5.49±1.50 CFU/g, 어류 8종 5.02±0.38 CFU/g이었으며, 연체류 4종 5.03±0.65 CFU/g 그리고 패류살 2종 4.97±0.94 CFU/g순이었다.

일반세균은 시판 어패류에 생존하고 있는 세균 중 plate agar에서 자라는 균의 총수이다. 즉 일반세균수는 37°C에서 배양될 수 있는 총세균수이기 때문에 모든 세균을 나타낼 수는 없다. 본 시험에서의 결과는 장과 최[10]의 시판 어패류에서의 일반세균수 5.18 CFU/g와 신과 강[11]의 패류에서의 일반세균수 5.28 CFU/g, Nair와 Nair[12]의 인도 담수어에서 5.12 CFU/g, 장과 최[13]의 시판 건제 어류와 연체류에서의

Table 1. Distribution of indicator organisms in the commercial fish and shellfish

Classification	SPC	Enterococci	Vibrios	Staphylococcus	Coliform
Fish	5.02±0.38	2.16±0.41	1.79±0.67	1.68±0.64	2.18±0.63
Shellfish	5.67±0.56	3.87±0.45	3.58±0.90	0.01±0.00	3.25±0.30
Peeled shellfish	4.97±0.94	1.40±1.39	1.54±1.53	2.63±0.14	1.80±0.51
Crustacean	6.76±0.67	3.44±2.12	4.23±1.11	0.34±0.33	3.23±0.49
Mollusc	5.03±0.65	0.01±0.00	1.07±0.61	2.90±0.11	1.55±0.95
Echinodermata	5.49±1.50	3.38±0.00	1.64±0.34	3.51±0.60	3.58±1.89
Total	5.41±0.26	2.36±0.37	2.30±0.40	1.60±1,59	2.52±0.32

SPC: standard plate count.

일반세균수 5.10 및 5.18 CFU/g와 일치하였으나 장 등[14]의 냉동어패류에서의 일반세균수와 Iyer와 Shrivastava[15]의 인도 냉동어패류에서의 일반세균수 4.96 CFU/g, Himelbloom 등[16]의 알래스카 어류의 3.40 CFU/g보다는 높았다. 장 등[14] 및 Iyer 및 Shrivastava[15]의 냉동어패류에서의 일반세균수가 본 조사보다 낮은 것은 냉동에 의해 일반세균수가 감소한 것으로 생각되며, Himelbloom 등[16]의 알래스카 어류에서의 일반세균수는 지역간의 차이에 의한 것으로 생각된다.

시판 어패류의 장구균 오염 분포를 조사한 결과 어패류 전체에 대한 평균 대수는 2.36±0.37 CFU/g이었으며, 갑각류에 대한 장구균의 평균 대수는 3.44±2.12 CFU/g으로 가장 높았으며, 극피류 3.38±0.00 CFU/g과 패류 3.87±0.45 CFU/g, 어류 2.16±0.41 CFU/g, 패류살 1.40±1.39 CFU/g, 그리고 연체류 0.01±0.00 CFU/g순이었다.

장구균은 대장균과 마찬가지로 사람 및 동물의 소화관내에 상재하며, 대장균군과 함께 분변의 오염지표균으로 이용하고 있다. 비록 장구균이 분변 중에 존재하는 수가 대장균군과 비교하여 적지만 대장균군과 비교하여 외계에서의 증식율이 낮아 자연계 즉 물과 토양에서의 분포는 적다. 본 시험에서의 결과는 장과 최[13]의 건제 어류 및 연체류에서 각각 2.84와 3.88 CFU/g보다 낮았으나, 장과 최[15]의 시판회, 장 등[14]의 냉동어패류, Iyer 및 Shrivastava[15]의 냉동어패류의 장구균수보다는 높았다. 이와 같은 결과는 장 등[14] 및 Iyer와 Shrivastava[15]가 조사한 어패류는 냉동어패류이기 때문에 냉동에 의한 균감소가 원인인 것으로 생각된다.

시판 어패류의 비브리오균 오염 분포를 조사한 결과 전체 어류의 평균치는 2.30±0.40 CFU/g이었으며, 갑각류 4.23±1.11 CFU/g로 가장 높았으며, 패류 3.58±0.90 CFU/g, 어류 1.79±0.67 CFU/g, 극피류 1.64±0.34 CFU/g, 패류살 1.54±1.53 CFU/g 그리고 연체류 1.07±0.61 CFU/g순이었다.

비브리오균에는 콜레라균, 장염비브리오균, 최근 국내에서 문제되는 *V. vulnificus* 등 다양한 균종이 존재하며, 많은 비브리오균은 어패류를 통해 사람에게 감염되고, 위장염을 일으키며, 일부 균종은 해수욕 등을 통해 창상감염이나 중이염 등을 일으키며 환경 및 식품위생에서 중요한 위치를 차지하고 있다.[17] 본 실험에서 평균 비브리오균수는 2.30±0.40 CFU/g으로 이 결과는 Sugita[18]의 6.26 CFU/g보다 훨씬 낮았는 데 Sugita의 결과가 높았던 것은 어류의 내장을 조사하였기 때문이었다.

시판 어패류의 포도상구균 오염 분포를 조사한 결과 전체 어류의 평균치는 1.60±1.59 CFU/g 이었으며, 극피류에 대한 포도상구균의 평균 대수는 3.51±0.60 CFU/g으로 가장 높았으며, 연체류 2.90±0.11 CFU/g, 패류살 2.63±0.14 CFU/g, 어류 1.68±0.64 CFU/g, 갑각류 0.34±0.33 CFU/g, 그리고 패류 0.01±0.00 CFU/g순이었다.

포도상구균은 사람이나 동물의 화농성 질환, 패혈증 또는 식중독의 원인균으로 알려져 있으며, 사람, 동물 및 주변환경에 널리 분포하고 있다. 이 균에 의해 생성된 장독소를 사람이 식품과 함께 섭취하면 식중독을 일으키는 대표적인 독소형 식중독균이다.[19] 본 실험에서 평균 1.60±1.59 CFU/g의 포도상구균이 검출되었는 데 이 결과는 Jay[20]의 냉동 메기, 연어, 게살, 새우살에서의 포도상구균보다 높았다. 이와 같은 결과는 포도상구균에 쉽게 오염 받을 수 있는 연체류와 패류살에서의 포도상구균의 오염이 높았기 때문이다.

시판 어패류의 대장균군 오염 분포를 조사한 결과 전체 어류의 평균치는 2.52±0.32 CFU/g이었으며, 극피류에 대한 대장균군의 평균 대수는 3.58±1.89 CFU/g로 가장 높았으며, 패류 3.25±0.30 CFU/g, 갑각류 3.23±0.49 CFU/g, 어류 2.18±0.63 CFU/g, 패류살 1.80±0.5 CFU/g 그리고 연체류 1.55±0.95 CFU/g순이었다.

분뇨 특히 분변에는 각종 세균과 소화기계 병원균이 상존 하므로 분변이 오염되는 것은 위생상 좋지 않다. 대장균군은 병원성 세균은 아니지만, 오염지표세균으로서 병원성 세균의 존재를 간접적으로 증명할 수 있는 지표균이다. 대

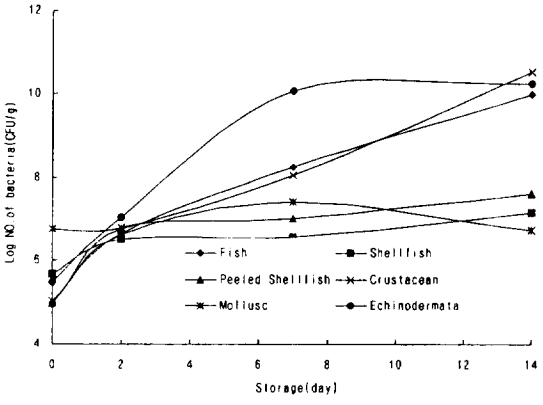

Fig. 1. Growth of total viable counts of bacteria in commercial fish and shellfish stored at 10°C.

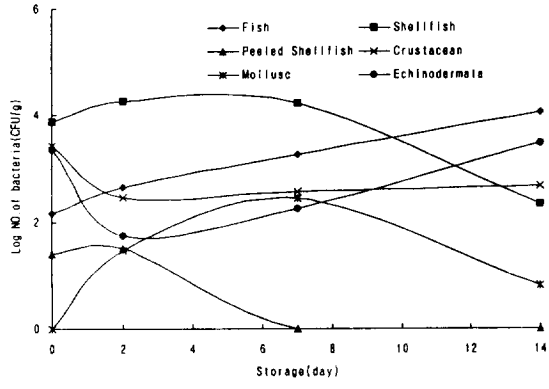

Fig. 2. Growth of enterococci in commercial fish and shellfish stored at 10°C.

장균군에는 자연계에 존재하는 균, 예를 들면 Enterobacter, Klebsiella 등은 토양이나 하천수 또는 연안 해수에서도 많이 검출되고 있으므로 대장균군의 검출을 곧 분변 오염이라고 단정하기는 어렵다. 본 실험에서의 대장균군 결과는 장과 최[10]의 1.70 CFU/g과 신과 강[11] 및 장 등[14]의 0보다 높았으나 Nair와 Nair[12]의 담수어, 장과 최[13]의 건제 어류 및 연체류와 유사하였다. 이 같은 결과는 건제류는 가공 과정에서 담수어는 담수에 의해 오염되었기 때문으로 생각되며, 장 등[14]의 결과는 냉동 어패류이기 때문에 냉동에 의해 감소한 것으로 생각된다.

시판 어패류의 저장 온도별 오염지표세균의 변화

시판 어패류에서 저장 온도별 저장 기간별 오염지표세균의 변화를 조사한 결과는 Fig 1~Fig. 15와 같았다.

시판 어패류를 10℃에 보관하면서 일반세균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같았다. 즉 어류, 갑각류, 극피류는 $10^{5.0-6.8}$ CFU/g에서 2일 $10^{6.7-7.0}$ CFU/g, 7일 $10^{8.1-10}$ CFU/g, 14일 $10^{10-10.5}$ CFU/g으로 지속적으로 증가하였다. 그러나 패류, 패류살 및 연체류는 $10^{5.0-5.7}$ CFU/g, $10^{6.5-6.8}$ CFU/g으로 급격히 증가한 후 $10^{6.6-7.4}$ CFU/g, $10^{6.7-7.1}$ CFU/g으로 서서히 증가하였다. Kosmark[21]는 담수어를 0°C에서 17일간 저장할 때 일반세균수가 10^3에서 10^8 이상으로 증가한다고 보고하였으며, Wempe와 Davidson[22]은 white amur를 4~7°C로 저장할 때 일반세균수가 10^4에서 10^9으로 증가한다고 보고하여 본 시험과 일치하였다.

시판 어패류를 10°C에 보관하면서 장구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다. 즉 어류는 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{2.7}$ CFU/g, 7일 $10^{3.3}$ CFU/g, 14일 $10^{4.0}$ CFU/g으로 서서히 증가하였으며, 패류는 $10^{3.9}$ CFU/g, $10^{4.3}$ CFU/g, $10^{4.2}$ CFU/g,

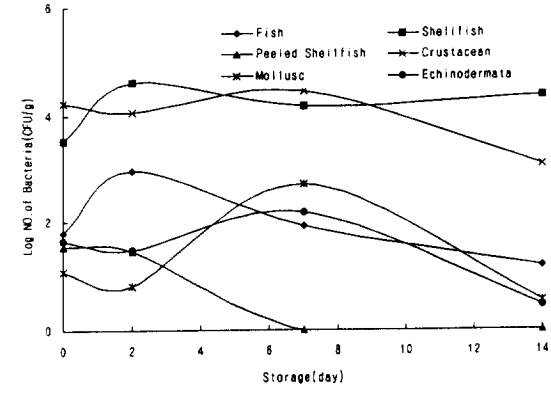

Fig. 3. Growth of vibrios in commercial fish and shellfish stored at 10°C.

$10^{2.3}$ CFU/g으로 약간 증가하였다가 급히 감소하였다. 패류살은 $10^{1.4}$ CFU/g, $10^{3.0}$ CFU/g, $10^{1.2}$ CFU/g, 14일 불검출로 급속히 감소하였다. 갑각류는 $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{2.5}$ CFU/g, $10^{2.6}$ CFU/g, $10^{2.7}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 연체류는 10^{0} CFU/g, $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{2.5}$ CFU/g, $10^{0.8}$ CFU/g으로 약간 증가하였가 감소하였다. 극피류는 $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{1.8}$ CFU/g, $10^{2.3}$ CFU/g, $10^{3.5}$ CFU/g으로 감소 후 원상태로 회복하였다.

시판 어패류를 10°C에 보관하면서 비브리오균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같았다. 즉 어류는 $10^{1.79}$ CFU/g, 2일 $10^{3.0}$ CFU/g, 7일 $10^{1.9}$ CFU/g, 14일 $10^{1.2}$ CFU/g으로 약간 증가하였다가 감소하였으며, 패류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{4.6}$ CFU/g, $10^{4.2}$ CFU/g, $10^{4.4}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 패류살은 $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{1.5}$ CFU/g으로 변화가 없다가 7일 및 14일 불검출로 급속히 감소하였다. 갑각류는 $10^{4.2}$ CFU/g,

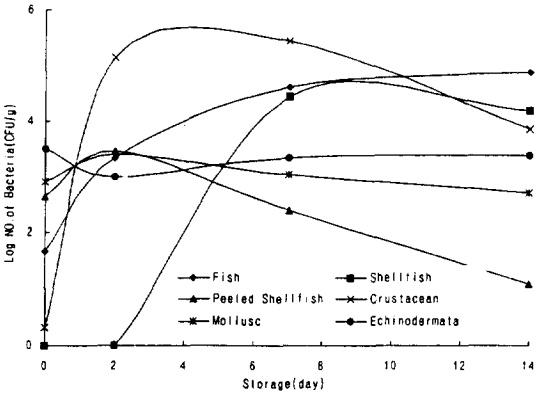

Fig. 4. Growth of staphylococci in commercial fish and shellfish stored at 10°C.

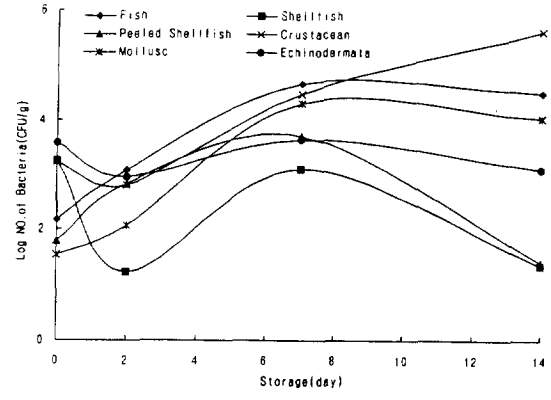

Fig. 5. Growth of coliforms in commercial fish and shellfish stored at 10°C.

$10^{4.1}$ CFU/g, $10^{4.4}$ CFU/g, $10^{3.1}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 연체류는 $10^{1.1}$ CFU/g, $10^{0.8}$ CFU/g, $10^{2.7}$ CFU/g, $10^{0.5}$ CFU/g으로 약간 증가하였다가 감소하였다. 극피류는 $10^{1.6}$ CFU/g, $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{2.2}$ CFU/g, $10^{0.5}$ CFU/g으로 감소하였다. 이와 같이 비브리오균은 다른 균에 비해 크게 감소한 이유는 다른 균보다 온도에 영향을 크게 받기 때문으로 생각된다.

시판 어패류를 10°C에 보관하면서 포도상구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같았다. 즉 어류는 $10^{1.7}$ CFU/g, 2일 $10^{3.4}$ CFU/g, 7일 $10^{4.6}$ CFU/g, 14일 $10^{4.9}$ CFU/g으로 증가하였으며, 패류는 10^{0} CFU/g, 10^{0} CFU/g, $10^{4.3}$ CFU/g, $10^{4.4}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 패류살은 $10^{2.6}$ CFU/g, $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{2.4}$ CFU/g, $10^{1.1}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 갑각류는 $10^{0.3}$ CFU/g, $10^{5.1}$ CFU/g, $10^{5.4}$ CFU/g, $10^{3.9}$ CFU/g으로 급속히 증가한 후 약간 감소하였다. 연체류는 $10^{2.9}$ CFU/g, $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{2.7}$ CFU/g으로 별다른 변화가 없었다. 극피류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{3.0}$ CFU/g, $10^{3.3}$ CFU/g, $10^{3.4}$ CFU/g으로 별차이가 없었다. Seng과 Babji[23]는 냉장요리식품을 3~4°C에서 보관할 때 급속히 감소한다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 증가하지 않거나 2~4 일간 보관할 때 증가한 후 그 균수가 지속되는 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과에서 포도상구균은 저온에서 저장 초기에 영향을 받으며 그 후 곧바로 적응하기 때문에 별영향을 받지 않는 것으로 생각된다.

시판 어패류를 10°C에 보관하면서 대장균군의 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같았다. 즉 어류는 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{3.0}$ CFU/g, 7일 $10^{4.7}$ CFU/g, 14일 $10^{4.5}$ CFU/g으로 증가하였으며, 패류는 $10^{3.3}$ CFU/g, $10^{1.3}$ CFU/g, $10^{3.1}$ CFU/g, $10^{1.4}$ CFU/g으로 파상적인 변화를 나타내었다. 패류살은 $10^{1.8}$

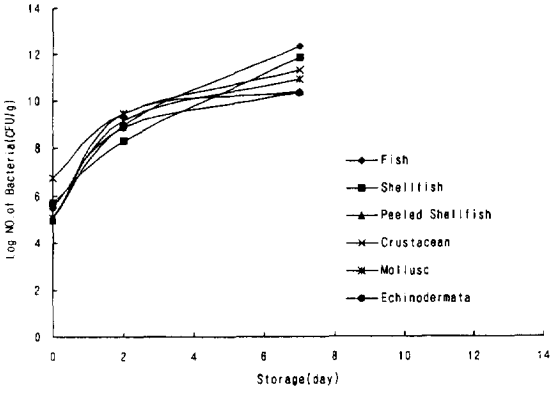

Fig. 6. Growth of total viable counts of bacteria in commercial fish and shellfish stored at 20°C.

CFU/g, $10^{2.8}$ CFU/g, $10^{3.1}$ CFU/g, $10^{1.4}$ CFU/g으로 증가 후 급속히 감소하였다. 갑각류는 $10^{3.2}$ CFU/g, $10^{2.8}$ CFU/g, $10^{4.5}$ CFU/g, $10^{5.6}$ CFU/g으로 증가하였다. 연체류는 $10^{1.6}$ CFU/g, $10^{2.0}$ CFU/g, $10^{4.3}$ CFU/g, $10^{4.0}$ CFU/g으로 증가하였다. 극피류는 $10^{3.6}$ CFU/g, $10^{3.0}$ CFU/g, $10^{3.7}$ CFU/g, $10^{3.1}$ CFU/g으로 약간의 변화가 있었다. Wempe와 Davidson[22]은 white amur를 4~7°C로 보관할 때 증가하지 않는다고 보고하여 본 시험과 결과가 유사하였다. 한편 Seng과 Babji[23]은 요리후 냉각한 식품에서 대장균군이 실온에서 증가함을 나타내 가공처리후의 대장균군의 증식을 중시하였다.

시판 어패류를 20°C에 보관하면서 일반세균의 경시 변화를 조사한 결과는 Fig. 6과 같았다. 즉 모든 종류의 어패류는 $10^{5.0\sim6.8}$ CFU/g, 2일 $10^{8.9\sim9.5}$ CFU/g, 7일 $10^{10.4\sim12.3}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. Shewan[24]은 20°C에서 일반세균수가

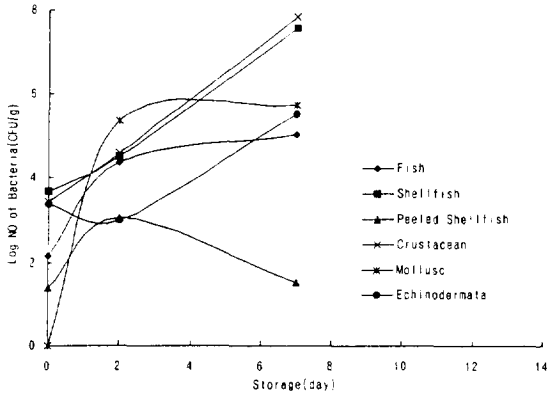

Fig. 7. Growth of enterococci in commercial fish and shellfish stored at 20°C.

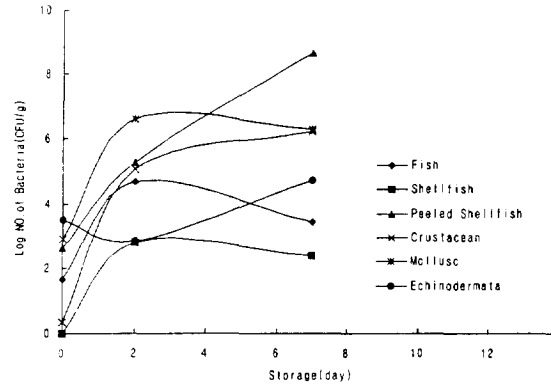

Fig. 9. Growth of staphylococci in commercial fish and shellfish stored at 20°C.

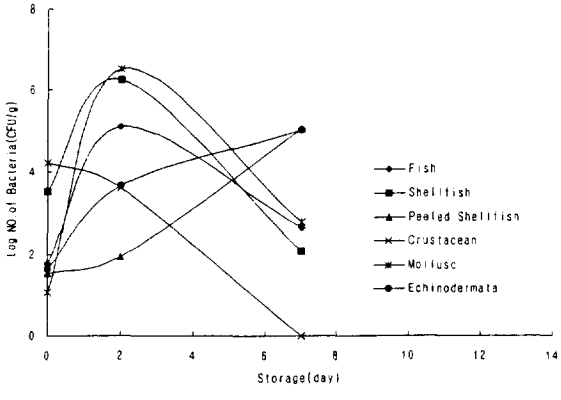

Fig. 8. Growth of vibrios in commercial fish and shellfish stored at 20°C.

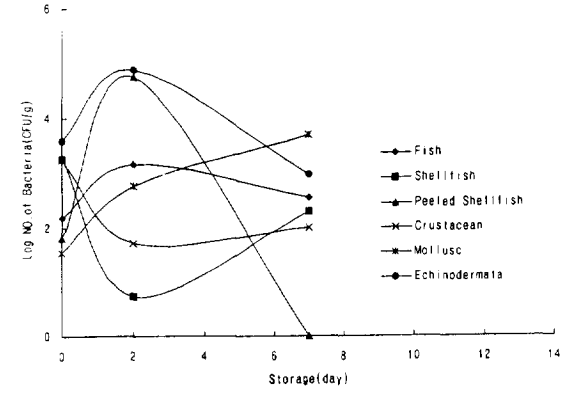

Fig. 10. Growth of coliforms in commercial fish and shellfish stored at 20°C.

급속히 증가한다고 보고하여 본 실험과 동일한 결과를 나타내었다.

시판 어패류를 20°C에 보관하면서 장구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 7과 같았다. 즉 연체류를 제외한 어패류는 $10^{1.4-3.4}$ CFU/g, 2일 $10^{3.0-5.3}$ CFU/g, 7일 $10^{4.1-7.5}$ CFU/g으로 증가하였으나, 연체류는 10^{0} CFU/g, $10^{5.3}$ CFU/g, $10^{5.7}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다가 감소하였다.

시판 어패류를 20°C에 보관하면서 비브리오균의 변화를 조사한 결과는 Fig 8과 같았다. 즉 어류는 $10^{1.8}$ CFU/g, 2일 $10^{5.1}$ CFU/g, 7일 $10^{2.7}$ CFU/g으로 증가 후 감소하였으며, 패류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{6.3}$ CFU/g, $10^{2.1}$ CFU/g으로 급속히 증가 후 감소하였다. 패류살은 $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{2.0}$ CFU/g으로 변화가 없다가 $10^{5.0}$ CFU/g으로 급속히 감소하였다. 갑각류는 $10^{4.2}$ CFU/g, $10^{3.6}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 급속히 감소하였다. 연체류는 $10^{1.1}$ CFU/g, $10^{6.5}$ CFU/g, $10^{2.8}$ CFU/g으로 급속히 증가한 후 급속히 감소하였다. 극피류는 $10^{1.6}$ CFU/g, $10^{3.7}$ CFU/g, $10^{5.0}$ CFU/g으로 증가하였다.

시판 어패류를 20°C에 보관하면서 포도상구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 9와 같았다. 즉 어류는 $10^{1.7}$ CFU/g, 2일 $10^{4.7}$ CFU/g, 7일 $10^{3.5}$ CFU/g으로 증가하였으며, 패류는 10^{0} CFU/g, $10^{2.8}$ CFU/g, $10^{2.4}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 패류살은 $10^{2.6}$ CFU/g, $10^{5.3}$ CFU/g, $10^{8.7}$ CFU/g으로 증가하였다. 갑각류는 $10^{0.3}$ CFU/g, $10^{5.1}$ CFU/g, $10^{6.2}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 연체류는 $10^{2.9}$ CFU/g, $10^{6.6}$ CFU/g, $10^{6.3}$ CFU/g으로 증가하였다. 극피류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{2.9}$ CFU/g, $10^{2.9}$ CFU/g으로 감소 후 증가하였다.

시판 어패류를 20°C에 보관하면서 대장균군의 변화를 조사한 결과는 Fig. 10과 같았다. 즉 어류는 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일

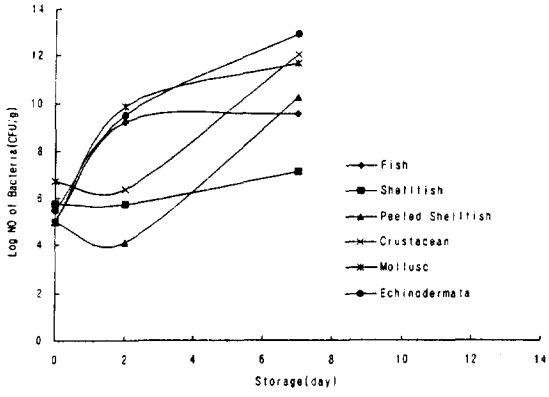

Fig. 11. Growth of total viable counts of bacteria in commercial fish and shellfish stored at 30°C.

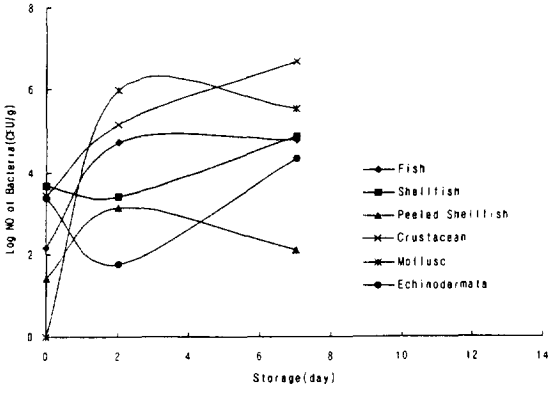

Fig. 12. Growth of enterococci in commercial fish and shellfish stored at 30°C.

$10^{3.1}$ CFU/g, 7일 $10^{2.6}$ CFU/g으로 약간 증가 후 감소하였으며, 패류는 $10^{3.3}$ CFU/g, $10^{0.7}$ CFU/g, $10^{2.3}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 패류살은 $10^{1.8}$ CFU/g에서 $10^{4.8}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다가 10^{0} CFU/g으로 급속히 감소하였다. 갑각류는 $10^{3.2}$ CFU/g, $10^{1.7}$ CFU/g, $10^{2.0}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 연체류는 $10^{1.6}$ CFU/g, $10^{2.8}$ CFU/g, $10^{3.7}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 극피류는 $10^{3.6}$ CFU/g, $10^{4.9}$ CFU/g, $10^{3.0}$ CFU/g으로 증가 후 감소하였다.

시판 어패류를 30°C에 보관하면서 일반세균의 경시 변화를 조사한 결과는 Fig. 11과 같았다. 즉 어류는 $10^{5.0}$ CFU/g, 2일 $10^{9.2}$ CFU/g, 7일 $10^{9.5}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 패류는 $10^{5.7}$ CFU/g, $10^{5.7}$ CFU/g, $10^{7.1}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 패류살은 $10^{5.0}$ CFU/g, $10^{4.1}$ CFU/g으로 약간 감소하다가 $10^{10.2}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 갑각류는 $10^{6.8}$ CFU/g, $10^{6.4}$ CFU/g으로 약간 감소하다가 $10^{12.0}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 연체류는 $10^{5.0}$ CFU/g, $10^{9.5}$ CFU/g, $10^{11.6}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 극피류는 $10^{5.5}$ CFU/g, $10^{9.5}$ CFU/g, $10^{12.9}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다.

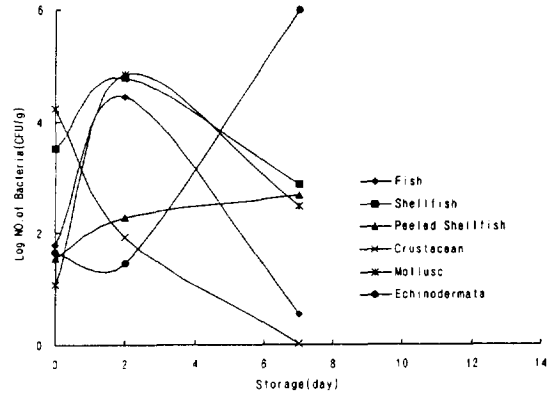

Fig. 13. Growth of vibrios in commercial fish and shellfish stored at 30°C.

시판 어패류를 30°C에 보관하면서 장구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 12와 같았다. 즉 어류는 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{4.7}$ CFU/g, 7일 $10^{4.8}$ CFU/g으로 약간 증가하였으며, 패류는 $10^{3.9}$ CFU/g, $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{4.9}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 패류살은 $10^{1.4}$ CFU/g, $10^{5.9}$ CFU/g, $10^{5.1}$ CFU/g으로 증가하였다. 갑각류는 $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{5.2}$ CFU/g, $10^{6.7}$ CFU/g으로 증가하였다. 연체류는 10^{0} CFU/g, $10^{6.0}$ CFU/g, $10^{5.5}$ CFU/g으로 증가하였다. 극피류는 $10^{3.4}$ CFU/g, $10^{1.8}$ CFU/g, $10^{4.3}$ CFU/g으로 변화하였다.

시판 어패류를 30°C에 보관하면서 비브리오균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 13과 같았다. 즉 어류는 $10^{1.8}$ CFU/g, 2일 $10^{4.3}$ CFU/g으로 증가 후 7일 $10^{0.6}$ CFU/g으로 감소하였으며, 패류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{4.8}$ CFU/g으로 증가 후 $10^{2.9}$ CFU/g으로 감소하였다. 패류살은 $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{2.3}$ CFU/g, $10^{2.7}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 갑각류는 $10^{4.2}$ CFU/g, $10^{1.9}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 급속히 감소하였다. 연체류는 $10^{1.1}$ CFU/g, $10^{4.8}$ CFU/g으로 증가한 후, $10^{2.5}$ CFU/g으로 감소하였다. 극피류는 $10^{1.6}$ CFU/g, $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{6.0}$ CFU/g으로 증가하였다.

시판 어패류를 30°C에 보관하면서 포도상구균의 변화를 조사한 결과는 Fig. 14와 같았다. 즉 어류는 $10^{1.7}$ CFU/g, 2일 $10^{4.4}$ CFU/g, 7일 $10^{3.8}$ CFU/g으로 증가하였으며, 패류는 10^{0} CFU/g, $10^{3.8}$ CFU/g, $10^{2.7}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 패류살은 $10^{2.6}$ CFU/g, $10^{6.2}$ CFU/g, $10^{7.9}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 갑각류는 $10^{0.3}$ CFU/g, $10^{5.9}$ CFU/g으로 급속

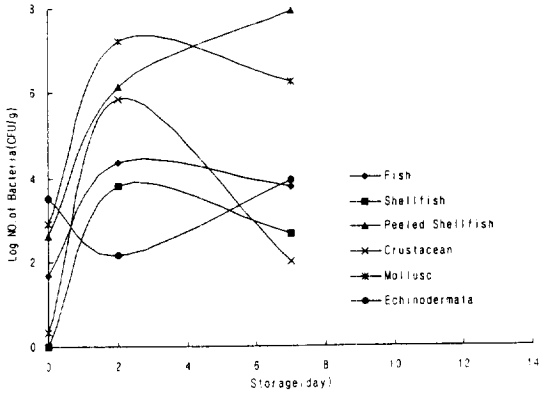

Fig. 14. Growth of staphylococci in commercial fish and shellfish stored at 30°C.

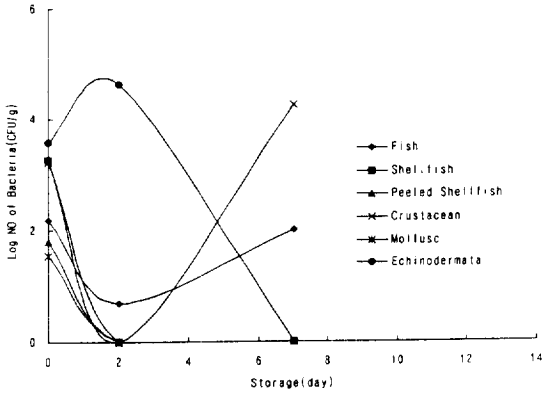

Fig. 15. Growth of coliforms in commercial fish and shellfish stored at 30°C.

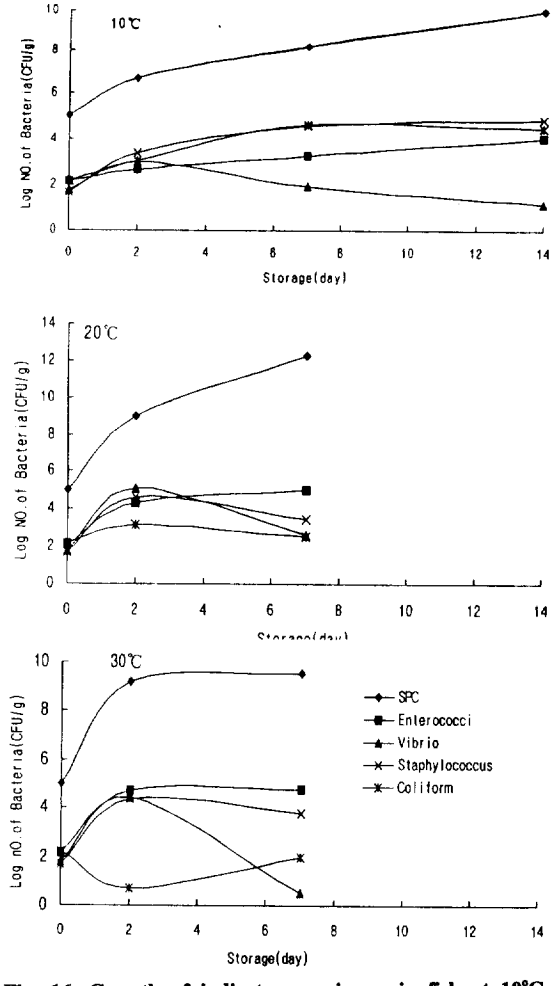

Fig. 16. Growth of indicator orgainsms in fish at 10°C, 20°C and 30°C.

히 증가한 후, $10^{2.0}$ CFU/g으로 감소하였다. 연체류는 $10^{2.9}$ CFU/g, $10^{7.2}$ CFU/g으로 급속히 증가한 후, $10^{6.2}$ CFU/g으로 약간 감소하였다. 극피류는 $10^{3.5}$ CFU/g, $10^{2.2}$ CFU/g, $10^{3.9}$ CFU/g으로 감소 후 증가하였다.

시판 어패류를 30℃에 보관하면서 대장균군의 변화를 조사한 결과는 Fig. 15와 같았다. 즉 어류는 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{0.7}$ CFU/g, 7일 $10^{2.0}$ CFU/g으로 약간 감소 후 증가하였으며, 패류는 $10^{3.3}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 약간 감소하였다. 패류살은 $10^{1.8}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 감소하였다. 갑각류는 $10^{3.2}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 감소한 후, $10^{4.2}$ CFU/g으로 증가하였다. 연체류는 $10^{1.6}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 감소하였다. 극피류는 $10^{3.6}$ CFU/g, $10^{4.6}$ CFU/g으로 증가한 후, 10^{0} CFU/g으로 감소하였다.

시판 어패류를 30°C보관 시에는 보관 기간이 약 2일 정도 부터 부패가 일어나며, 20°C보관 시보다 더 다양한 균분포 경향을 나타내고 있는데 이는 어패류가 신속하게 부패하여 부패균과 부패산물의 영향에 의해 변화하기 때문에 다양한 양상을 나타낸다고 생각된다. 또한 부패에 의한 생성물이 오염지표세균에 미치는 영향을 각 지표 세균의 특성에 따라 달라지므로 다양한 균양상을 나타내는 것으로 생각된다.

시판 어패류를 10°C, 20°C 및 30°C에서 저장할 때 어종별 오염지표세균의 경시 변화는 Fig. 16~21과 같았다.

어류를 10°C, 20°C 및 30°C에서 저장할 때 어종별 오염지표세균의 경시 변화는 Fig. 16과 같았다. 10°C보관 시 일반세균수는 $10^{5.0}$ CFU/g, 2일 $10^{6.7}$ CFU/g, 7일 $10^{8.2}$ CFU/g, 14일 10^{10} CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균, 포도상

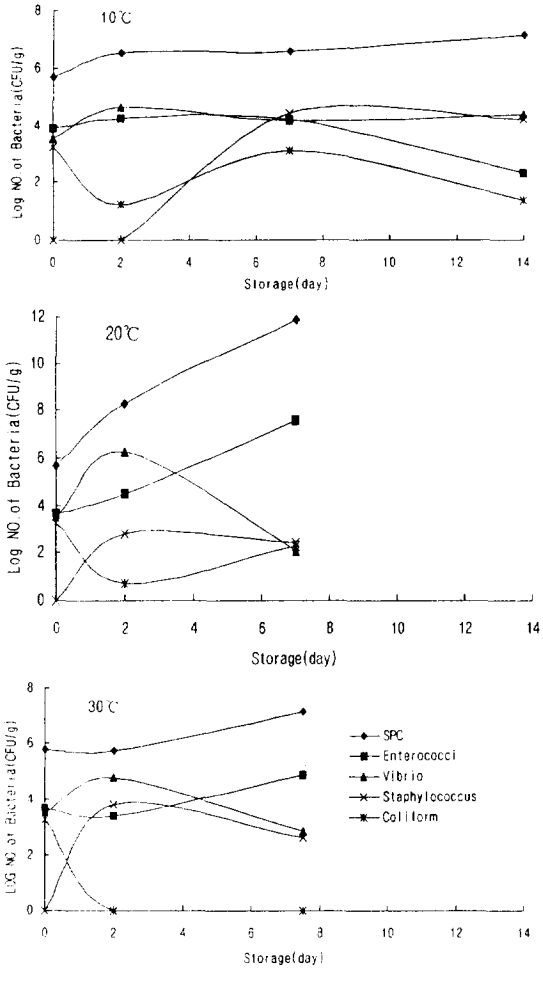

Fig. 17. Growth of indicator organisms in shellfish at 10°C, 20°C and 30°C.

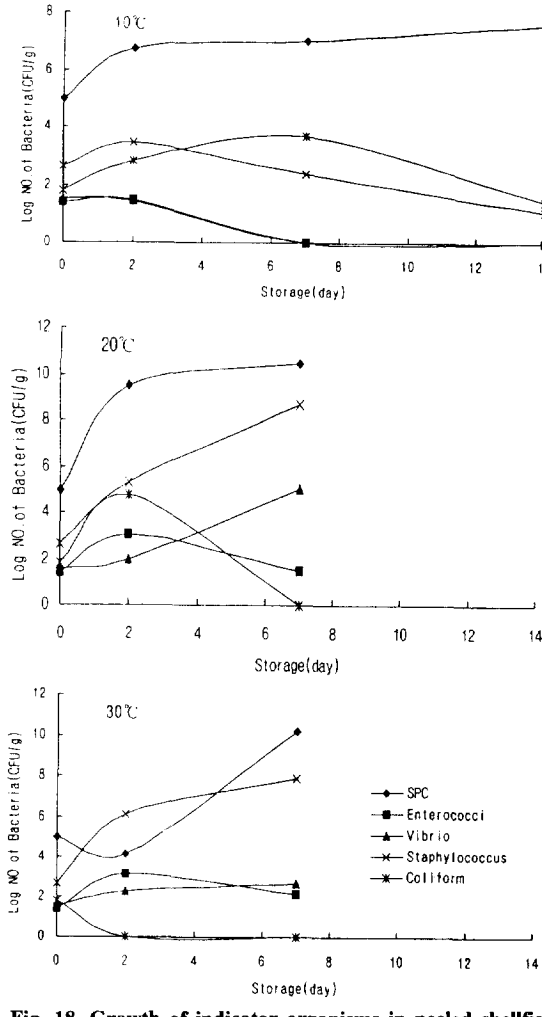

Fig. 18. Growth of indicator organisms in peeled shellfish at 10°C, 20°C and 30°C.

구균, 대장균군은 $10^{1.7-2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{2.6-3.3}$ CFU/g, 7일 $10^{3.3-4.7}$ CFU/g, 14일 $10^{4.0-4.9}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 그러나 비브리오균은 $10^{1.8}$ CFU/g, 2일 $10^{3.0}$ CFU/g, 7일 $10^{1.9}$ CFU/g, 14일 $10^{1.2}$ CFU/g으로 약간 증가한 후 감소하였다.

한편 어류를 20°C에서 보관할 때, 일반세균은 $10^{5.0}$ CFU/g, 2일 10^{9} CFU/g, 7일 $10^{12.3}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균, 비브리오균, 포도상구균 및 대장균군은 약간 증가한 후 감소하거나 정체되었다. 20°C의 저장 온도에서 일반세균 외에 다른 오염지표세균이 감소한 것은 지표 세균보다 기타 다른 세균이 급속히 증가하기 때문에 오염지표세균이 감소하는 것으로 생각된다.

또한 어류를 30℃에서 보관할 때, 일반세균은 $10^{5.0}$ CFU/g, 2일 $10^{9.2}$ CFU/g, 7일 $10^{9.5}$ CFU/g으로 급속히 증가한 후 정체되었으며, 장구균과 포도상구균은 $10^{4.4-4.7}$ CFU/g로 증가한 후 그 상태를 유지하였다. 비브리오균은 $20^{1.8}$ CFU/g, 2일 $10^{4.4}$ CFU/g, 7일 $10^{0.5}$ CFU/g으로 증가 후 급속히 감소하였다. 대장균군은 $10^{2.2}$ CFU/g, 2일 $10^{0.7}$ CFU/g, 7일 10^{2} CFU/g으로 감소 후 약간 증가하였다. 30°C의 저장 온도에서 일반세균수를 제외한 오염지표세균이 오히려 감소 경향을 나타내는 것은 기타 세균이 급속히 증가하여 오염지표세균의 발육에 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

조개류를 저장 온도별로 보관할 때 오염지표세균의 변화 추세를 조사한 결과 Fig. 17과 같았다. 조개류를 10°C에 보

관할 때, 일반세균은 $10^{5.7}$ CFU/g에서, 2일 $10^{6.5}$ CFU/g, 7일 $10^{6.6}$ CFU/g, 14일 $10^{7.1}$ CFU/g으로 서서히 증가하였다. 장구균과 비브리오균은 정체되거나 약간 감소하였다. 한편 대장균군은 파상형으로 감소하였으며, 포도상구균은 오히려 증가하였다. 20℃에서 보관할 때 일반세균수는 $10^{5.7}$ CFU/g에서 2일 $10^{8.3}$ CFU/g, 7일 $10^{11.8}$ CFU/g으로 증가하였으며, 장구균도 같은 비율로 증가하였으나, 비브리오균, 포도상구균 및 대장균군은 7 일 후 같은 수준의 균수를 나타내었다. 한편 30℃에서 보관할 때, 일반세균수는 $10^{5.8}$ CFU/g에서 2일 $10^{5.7}$ CFU/g, 7일 $10^{7.1}$ CFU/g으로 약간 증가하였고, 장구균은 $10^{3.7}$ CFU/g에서 2일 $10^{3.4}$ CFU/g, 7일 $10^{4.9}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 그러나 비브리오균과 포도상구균은 증가 후 감소하였으며, 대장균군은 급격히 감소하였다.

조갯살을 저장 온도별로 보관할 때 오염지표세균의 변화 추세를 조사한 결과는 Fig. 18과 같았다. 조갯살을 10℃에 보관할 때, 일반세균은 $10^{5.0}$ CFU/g에서, 2일 $10^{6.8}$ CFU/g, 7일 $10^{7.0}$ CFU/g, 14일 $10^{7.6}$ CFU/g으로 서서히 증가하였다. 장구균과 비브리오균은 $10^{1.4}$ CFU/g에서, 2일 $10^{1.5}$ CFU/g 후 7일 이후 검출되지 않았다. 포도상구균과 대장균군은 약간 증가 후 감소하였다. 20℃에서 보관할 때 일반세균수와 포도상구균은 $10^{2.6\text{-}5.0}$ CFU/g에서 2일 $10^{6.1\text{-}9.5}$ CFU/g, 7일 $10^{7.9\text{-}10.4}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균은 $10^{1.4}$ CFU/g에서 2일 $10^{3.0}$ CFU/g, 7일 $10^{1.5}$ CFU/g으로 증가 후 감소하였다. 비브리오균은 $10^{1.5}$ CFU/g에서 2일 $10^{2.0}$ CFU/g, 7일 $10^{5.0}$ CFU/g으로 급격히 증가하였으며, 대장균군은 $10^{1.8}$ CFU/g에서 2일 이후 불검출로 급속히 감소하였다. 한편 30℃에서 보관할 때 일반세균수와 포도상구균은 증가하였으며, 대장균군은 급격히 감소하였으며, 장구균과 비브리오균은 차이가 없었다.

갑각류를 저장 온도별로 보관할 때 오염지표세균의 변화 추세를 조사한 결과 Fig. 19와 같았다. 갑각류를 10℃에 보관할 때, 일반세균은 $10^{6.8}$ CFU/g에서, 14일 $10^{10.5}$ CFU/g으로 서서히 증가하였다. 장구균은 $10^{3.4}$ CFU/g에서, 2일 $10^{2.5}$ CFU/g, 7일 $10^{2.6}$ CFU/g, 14일 $10^{2.7}$ CFU/g으로 약간 거의 일정하였다. 비브리오균은 $10^{4.2}$ CFU/g에서 2일 $10^{4.1}$ CFU/g, 7일 $10^{4.4}$ CFU/g, 14일 $10^{3.1}$ CFU/g으로 약간 감소하였으며, 포도상구균은 $10^{0.3}$ CFU/g에서 2일 $10^{5.1}$ CFU/g, 7일 $10^{5.4}$ CFU/g, 14일 $10^{3.9}$ CFU/g으로 증가하였다. 대장균은 $10^{3.3}$ CFU/g에서 2일 $10^{2.8}$ CFU/g, 7일 $10^{4.5}$ CFU/g, 14일 $10^{5.6}$ CFU/g으로 증가하였다. 20℃에서 보관할 때 일반세균수는 $10^{6.8}$ CFU/g에서 $10^{11.3}$ CFU/g으로 증가하였으며, 장구균도 $10^{3.4}$ CFU/g에서 $10^{7.9}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다. 비브리오균은 $10^{4.2}$ CFU/g에서 10^{0} CFU/g으로 급격히 감소하였고 포도상구균은 $10^{0.3}$ CFU/g에서 $10^{6.2}$ CFU/g으로 증가하였다. 대장균군은 $10^{3.2}$ CFU/g에서 $10^{2.0}$ CFU/g으로 감소하였다. 한편 30℃에서 보관할 때, 일반세균수는 $10^{6.8}$ CFU/g에서 $10^{6.4}$ CFU/g로 정지하였다가, $10^{12.0}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균은 $10^{3.4}$ CFU/g에서 $10^{5.2}$ CFU/g, $10^{6.7}$ CFU/g으로 증가하였다. 비브리오균은 $10^{4.2}$ CFU/g에서 $10^{1.9}$ CFU/g, 10^{0} CFU/g으로 급속히 감소하였다. 포도상구균은 $10^{0.3}$ CFU/g에서, $10^{5.9}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다가, $10^{2.0}$ CFU/g으로 감소하였다. 대장균군은 하였으며, 대장균군은 $10^{3.3}$ CFU/g에서 2일 불검출이었으나 7일 $10^{4.2}$ CFU/g으로 급속히 증가하였다.

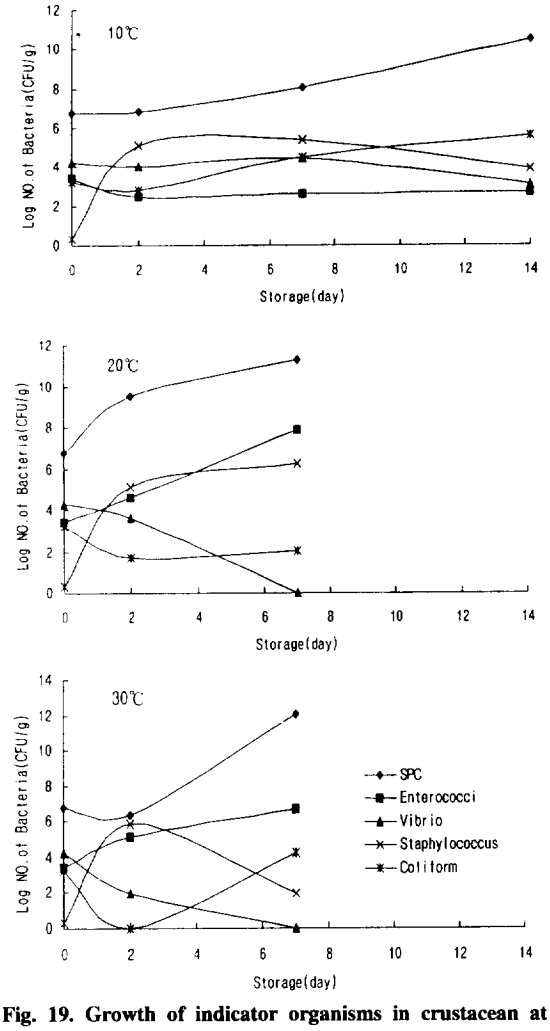

Fig. 19. Growth of indicator organisms in crustacean at 10°C, 20°C and 30°C.

연체류를 저장 온도별로 보관할 때 오염지표세균의 변화

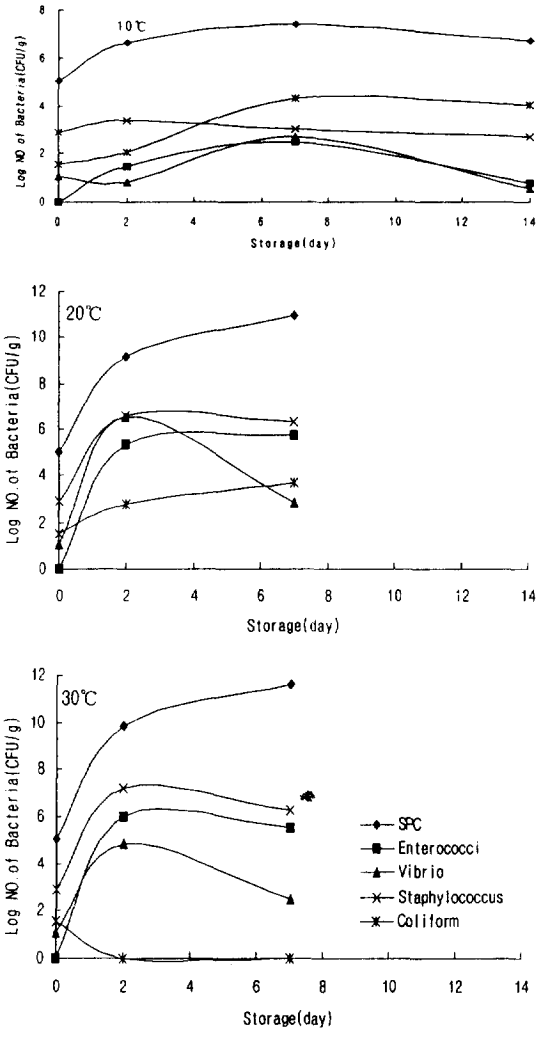

Fig. 20. Growth of indicator organisms in mollusc at 10°C, 20°C and 30°C.

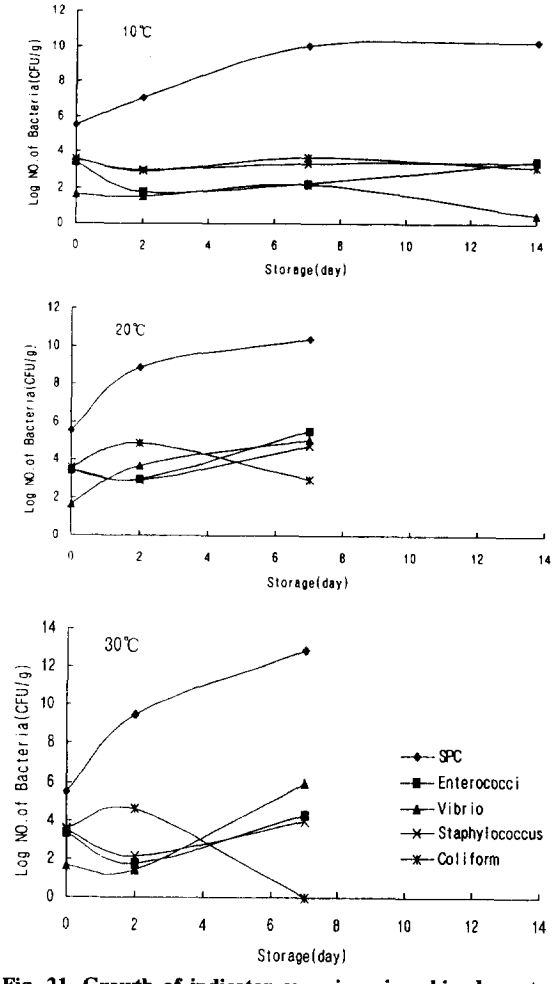

Fig. 21. Growth of indicator organisms in echinodermata at 10°C, 20°C and 30°C.

추세를 조사한 결과 Fig. 20과 같았다. 연체류를 10°C에 보관할 때, 일반세균은 $10^{5.0}$ CFU/g에서, $10^{6.6}$ CFU/g, $10^{7.4}$ CFU/g, $10^{6.7}$ CFU/g으로 약간 증가하였다. 장구균과 비브리오균은 증가 후, 감소하였으며, 포도상구균은 $10^{2.9}$ CFU/g에서 $10^{2.7}$ CFU/g으로 거의 차이가 없었다. 대장균은 $10^{1.6}$ CFU/g에서 $10^{4.0}$ CFU/g으로 증가하였다. 20°C에서 보관할 때 일반세균수는 $10^{5.0}$ CFU/g에서 $10^{11.0}$ CFU/g으로 증가하였으며, 장구균과 포도상구균은 급속히 증가한 후 정체되었다. 비브리오균은 급속히 증가하였다가 감소하였고 대장균군은 $10^{1.6}$ CFU/g에서 $10^{3.7}$ CFU/g으로 증가하였다. 한편 30°C에서 보관할 때, 일반세균수는 $10^{5.0}$ CFU/g에서 $10^{11.6}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균, 포도상구균 및 비브리오균은 증가 후 감소하였다. 대장균군은 2일 이후에 검출되지 않았다.

극피류를 저장 온도별로 보관할 때 오염지표세균의 변화 추세를 조사한 결과 Fig. 21과 같았다. 극피류를 10°C에 보관할 때, 일반세균은 $10^{5.5}$ CFU/g에서, $10^{10.2}$ CFU/g으로 증가하였다. 장구균, 포도상구균 및 대장균군은 균수의 차이가 거의 없이 일정하였다. 비브리오균도 균수의 차이가 없다가 약간 감소하였다. 20°C에서 보관할 때 일반세균수는 $10^{5.5}$ CFU/g에서 $10^{8.9}$ CFU/g, $10^{10.4}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균은 $10^{3.4}$ CFU/g에서 $10^{3.0}$ CFU/g, $10^{5.5}$

CFU/g으로 증가하였다. 비브리오균은 $10^{1.6}$ CFU/g에서 $10^{3.7}$ CFU/g, $10^{8.0}$ CFU/g으로 증가하였으며, 포도상구균은 $10^{3.5}$ CFU/g에서 $10^{2.9}$ CFU/g, $10^{4.7}$ CFU/g으로 증가하였다. 대장균군은 $10^{3.6}$ CFU/g에서 $10^{4.9}$ CFU/g으로 증가한 후, $10^{3.0}$ CFU/g으로 감소하였다. 한편 30°C에서 보관할 때, 일반세균수는 $10^{5.5}$ CFU/g에서 $10^{12.96}$ CFU/g으로 급속히 증가하였으며, 장구균은 $10^{3.4}$ CFU/g에서 $10^{1.7}$ CFU/g으로 감소한 후, $10^{4.3}$ CFU/g으로 증가하였다. 비브리오균은 $10^{1.6}$ CFU/g에서 $10^{1.5}$ CFU/g, $10^{6.0}$ CFU/g으로 증가하였다. 포도상구균은 $10^{3.5}$ CFU/g에서, $10^{2.2}$ CFU/g, $10^{3.9}$ CFU/g으로 증가하였다. 대장균군은 $10^{3.6}$ CFU/g에서 $10^{4.6}$ CFU/g으로 증가한 후 검출되지 않았다.

오염지표세균을 어종별로 비교하여 볼 때 저장 온도에 따른 특성은 별차이가 없었다. 이와 같은 결과는 지표세균이 저장 온도에 따라 미치는 영향은 동일함을 나타내는 것이며, 어종보다는 균종에 따른 차이가 있었다. 즉 30°C로 저장할 때에는 대장균군이 20°C 저장 시보다 급속히 감소하는 것은 부패물질에 의한 영향을 더욱 심하게 받기 때문으로 생각된다. 그러나 10°C의 저장 온도는 어패류를 약간 부패시키면서 세균 발육에 필요한 영양소를 서서히 공급받기 때문에 오히려 생존에 유리한 것으로 생각된다. 따라서 30°C 저장 온도에서는 어종에 따른 부패산물과 균분포량에 따라 다양한 균분포를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 어패류에서 오염지표세균의 분포 및 정상세균군의 분포는 어패류의 세균학적 위생상태를 파악하는 데 매우 중요한 자료가 되며, 이를 토대로 저장 온도에 따른 오염지표세균의 변화 및 정상세균군의 변화는 어패류의 부패 및 식품위생에 중요한 자료가 된다. 따라서 본 실험의 결과는 어패류에 의한 식중독을 예방하고, 어패류의 식품위생학적 기초 자료로서 중요하다고 생각된다. 그러나 어패류의 종류가 다양하고 저장 방법 및 저장 온도에 따른 영향을 정확하게 파악하기 위해서는 좀 더 많은 자료를 필요로 하고 있다. 따라서 다양한 어패류에 대한 세균학적 위생 조사가 광범위하게 조속히 이루어져야 할 것으로 생각된다.

감사의 말씀

이 논문은 보건복지부에서 시행한 보건의료기술연구개발사업에 의해 수행된 논문입니다.

국문요약

시판 어패류의 세균학적 위생 상태를 조사하기 위하여 시판 어패류 25종(어류 8종, 패류 7종, 갑각류 3종, 연체류 4종, 극피류 3종)에 대한 오염지표세균 분포 조사(total viable counts, coliforms, staphylococci, vibrios 및 enterococci)및 저장 온도와 저장 기간별 오염지표세균의 분포 변화를 조사한 결과는 다음과 같았다. 1. 시판 어패류 25 종에 대한 일반세균수의 평균 대수는 5.41±0.26 CFU/g이었으며, 어종별로는 갑각류 6.76±0.67 CFU/g, 패류 5.67±0.56 CFU/g, 극피류 5.47±1.50 CFU/g, 연체류 5.03±0.65 CFU/g, 그리고 어류 5.02±0.38 CFU/g이었다. 장구균의 평균 대수는 2.36±0.37 CFU/g이었으며, 어종별로는 패류 3.87±0.45 CFU/g, 갑각류 3.44±2.12 CFU/g, 극피류 3.38±0.00 CFU/g, 어류 2.16±0.41 CFU/g 그리고 연체류 0.01±0.00 CFU/g이었다. 비브리오균의 평균 대수는 2.30±0.40 CFU/g이었으며, 어종별로는 갑각류 4.23±1.11 CFU/g, 패류 3.58±0.90 CFU/g, 어류 1.79±0.67 CFU/g, 극피류 1.64±0.34 CFU/g 그리고 연체류 1.07±0.61 CFU/g이었다. 포도상구균의 평균 대수는 1.60±1.59 CFU/g이었으며, 어종별로는 극피류 3.51±0.60 CFU/g, 연체류 2.90±0.11 CFU/g, 어류 1.68±0.64 CFU/g, 갑각류 0.34±0.33 CFU/g 그리고 패류 0.01±0.00 CFU/g이었다. 대장균군의 평균 대수는 2.52±0.32 CFU/g이었으며, 어종별로는 극피류 3.58±1.89 CFU/g으로 가장 높았으며, 패류 3.25±0.30 CFU/g, 갑각류 3.23±0.49 CFU/g, 어류 2.18±0.63 CFU/g, 패류살 1.80±0.51 CFU/g 그리고 연체류 1.55±0.95 CFU/g 이었다. 2. 시판 어패류를 10°C, 20°C, 30°C에서 보관하면서 저장 기간별로 오염지표세균의 변화를 조사한 결과 일반세균은 저장 온도에 관계없이 증가하였으며 장구균은 10°C 저장 시 서서히 감소하였으나 20°C 및 30°C 저장 시에는 증가하였다. 비브리오균은 10°C 저장 시에는 저장 기간에 따라 서서히 감소하였으나 20°C 및 30°C 저장 시에는 2일째 급속히 증가한 후 감소하였다. 포도상구균은 저장 온도에 관계없이 2일째 급속히 증가한 후 그 균수를 유지하였다. 대장균은 10°C 저장 시 7일까지 증가한 후 14일에 감소하거나 그 상태를 유지하였고 20°C 저장 시에는 2일째 어종에 따라 증감이 있은 후 초기 균수로 환원되었으며, 30°C 저장 시에는 2일째 급속히 감소하였다. 한편 어종간에는 차이가 없었다.

참고문헌

1. 이용욱, 홍종해: 우리나라에서 보고된 집단 식중독의 발생 특징에 관한 연구(1981-1989). 식품위생학회지, 5,205-212 (1990).
2. 이용욱, 김종규: 우리나라의 식중독에 관련된 문헌고찰. 식품위생학회지, 4,199-256 (1989).
3. Steffens, W.: Principles of fish nutrition. Ellis Horwood Limited, Chichester, 1994.
4. 박영호, 장동석, 김선봉: 수산가공이용학. 형설출판사 (1994).
5. Frazier, W.C., and Westhoff, D.C.: Food microbiology, 4th ed., Mcgraw-Hill Book Com., New York, pp241-251 (1988).
6. 변재형, 전중균: 수산이용화학 pp23-24. 수학사 (1994).
7. Food and Drug Administration: Bacteriological analytical manual. 7th ed., AOAC international. (1992).
8. Marshall, R.T.: Standard methods for the examination of dairy products. Washington, Americal public health association (1993).
9. 厚生省 生活衛生局: 食品衛生檢查指針 微生物編. 東京, 日本食品衛生協會 (1990).
10. 장동석, 최위경: 시판수산식품에 대한 세균학적 연구. 2. 생선회의 위생지표세균에 관하여. 한국수산학회지, 6,92-96 (1973).
11. 신석우, 강성구: 패류중의 저온성 대장균군 및 세균 flora에 관한 연구. 한국수산학회지, **12**, 19-26 (1979).
12. Nair, K.K.S., and Nair, R.B.: Bacteriological quality of fresh water fish from Krishnarajendra sagar reservoir. *Fish Techol.*, **25**, 79-80 (1988).
13. 장동석, 최위경: 시판수산식품에 대한 세균학적 연구. 1. 건제품의 위생지표세균에 관하여. 한국수산학회지,**6**, 87-91 (1973).
14. 장동석, 최위경, 조관옥: 시판수산식품에 대한 세균학적 연구. 3. 냉동식품의 위생지표균에 관하여. 한국수산학회지, **8**, 157-165 (1975).
15. Iyer, T.S.G., and Shrivastava, K.P.: Reliability of *Escherichia coli* and fecal streptococci as indicators of Salmonella in frozem fishery product. *Fish Technol.*, **26**, 137-139 (1989).
16. Himelbloom, B.H., Brown, E.K., and Lee, J.S.: Microorgasms on commercially processed alaskan finfish. *J. Food Sci.*, **56**, 1279-1281 (1991).
17. Baron, E.J., Peterson, L.R., and Finegold, S.M.: Bailey and Scott's diagnostic microbiology. 9th ed., Mosby-Year book, Inc, St. Louis, pp 429-456 (1994).
18. Sugita, H., Miyajima, C., Sugiura, C., Iwata, M., Kato, S., and Deguchi, Y.: The intestinal microflora of japanese migratory fish. *J. Fish Biol.*, **35**, 161-163 (1989).
19. Easmon, C.S.F., and Goodfellow, M.: Staphylococcus and micrococcus(In Topley and Wilson's principles of bacteriology, virology and immunity). 8th ed., vol. 2., Edward Arnold, London, pp161-186 (1990).
20. Jay, J.M.: Modern food microbiology. 3rd ed., Van Nostrand Reinhold Co., New York, p76 (1986).
21. Kosmark, J.J.: Standardizing sensory evaluation methods for marketing fish products. In Seafood quality determination. Elsevier, Amsterdam, pp99-107 (1987).
22. Wempe, J.W., and Davidson, P.M.: Bacteriological profile and shelflife of white amur. *J. Food Sci.*, **57**, 66-68 (1992).
23. Reay, G.A., Shewan, J.M.: The spoilage of fish and its preservation by chilling. *Adv Food Res.*, **2**, 343-398 (1949).
24. Shewan, J.M.: The microbiology of sea-water fish. In Fish as food. vol. 1. production, biochemistry and microbiology. Academic Press, New York, pp 492-493, (1961).