

양식 연어과 어류의 세균성 질병

허 강 준

우리나라의 양식현황을 돌이켜 볼 때 무절제한 예 방투약이나 발생시 감수성을 고려하지 않은 수산용 약제의 무분별한 사용, 특히 항생물질의 남용은 어병 세균에 있어서 그 내성을 증가시켜 어병에 의한 경제적 손실과 약제의 효력감소는 물론, 어체에 항생물질이 잔류되어 공중위생학상 크게 문제시 되고있다.

최근 여러가지 세균성 질병들이 상재적으로 발생하여 막대한 경제적 피해를 주고 있으나 그 중에서도 최근 소비가 날로 증대되고 있는 무지개송어를 비롯한 산천어, 곤들메기나 은어 등의 연어과 양식어류에 있어서도 *Flexibacter* 나 *Cytophaga* 속의 점액세균 그리고 *Flavobacterium* 속의 세균에 의한 세균성 질병이 발생하여 심각한 피해를 야기하고 있다. 그러나 이러한 질병 등은 아직 양식업자들에게 그 발생사실이나 피해정도가 알려져 있지 않아 예방 및 치료에 상당한 곤란을 겪고 있다. 여기에서는 기존에 알려진 세균성 아가미병과 콜롬나리스병을 비롯하여 최근 우리나라에서도 발생사실이 확인된 세균성 냉수병에 관하여 자세히 서술하고자 한다.

1) 세균성 아가미병(bacterial gill disease ; BGD) : 세균성 아가미병(bacterial gill disease ; BGD)는 전세계적으로 양식되는 경골어류에 있어서 경제적으로 중요한 손실을 야기하는 아가미병으로 여러나라에 있어서 연어과 어류의 치어를 사육하는 부화장에서 높은 폐사율을 일으킨다. 이 질병은 아가미 상피표면에 다수의 그림음성의 장간균이 부착되어 발병된다. BGD가 발병한 물고기로부터 얻어진 대부분의 이러한 세균들

은 "myxobacteria"로 분류되어 왔으며, 보통 *Flexibacter* 나 *Cytophaga* 속의 세균의 하나로 동정되어 왔다. 그러나 1978년 *Flavobacterium branchiophilum* 이 일본과 미국의 북서부(Oregon)에서 사육되는 무지개송어에서 BGD의 원인체로 밝혀졌다. 이후 헝가리, 프랑스 등의 여러나라에서 이 균이 BGD의 원인체로 분리 보고되었으며, 우리나라에서도 1997년 무지개송어에서 분리 보고되었다.

BGD란 Davis가 1926년에 미국 Vermont 주의 Holden 부화장의 송어류의 치어에서 최초로 발견한 질병을 의미한다. Davis에 의하면 1926년 여름 평균수는 55°F의 용수에서 사육되고 있던 강송어의 치어에서 발생하여, 얼마안되어 무지개 송어와 그밖에 송어류에도 피해를 받았다. Davis가 기재한 질병과 같다고 판단되는 질병은 그후 미국 각지의 송어양식장에서 자주 발생해 치료가 늦어지면 대량폐사를 일으키는 치어의 질병으로써 알려지게 되었다. 그러나 원인체를 분리 동정할 수가 없어 오랫동안 BGD으로 불려져 왔다.

Ruker, Johnson과 Ordal(1949)은 병어의 아가미로부터 *Cytophaga* spp.를 분리하였고 또 Brog과 Bullock도 똑같이 점액세균류를 분리해 각각 감염실험을 시도하였으나 여러방법에도 불구하고 이들 분리균에 의한 감염실험은 어느 것도 성공하지 못하였다. Kimura et al은 BGD에 걸린 무지개송어 및 산천어의 아가미에서 1종류의 세균을 분리하여 인위감염실험을 실시한 결과, 이 세균은 사육수 중에 혼입되는 것만으로도 공시어의 아가미에 감염하여 재빠르게 번식하는 것을 밝혀냈다. 분리균은 가늘고 긴 실모양의 그림음성균

으로 활주운동(gliding movement) 또는 한천 평판상에서 유주성이 전혀 인정되지 않은 점에서 이제까지 BGD의 원인균으로서 유력시 되었던 활주세균류와는 다른 세균이었다. 즉 *Bergey's manual*의 제 8판에 준거하여 *Flavobacterium* 속으로 분류되는 것이 가장 타당하다고 판단되었다. 더욱이 *Wakabayashi, Egusa*와 *Fryer*은 미국 오래관주의 몇군데 부화장의 연어과 어류의 세균성 아가미병의 병어로부터 일본주와 동종으로 판단되는 균주(미국주)를 분리해 감염성을 분명히 하였다. 또 *Farkas*은 유럽의 무지개송어, 은잉어, *Sheatfish*의 병어로부터 동종의 분리균주(유럽주)를 보고했다. 또한 일본에서도 연어과 어류외의 은어에서도 세균성 아가미병의 발생이 인정되었다.

본병의 증상으로서서는 병어는 우선 먹이를 섭취하지 않게 되고, 무리에서 벗어나 수면 가까이를 힘없이 헤엄친다. 증상이 진행되면 다량의 점액분비에 의해 아가미덮개가 닫히지 않게 되며, 아가미는 울혈하여 종창된다.

병리조직학적으로 아가미조직이 세균으로 덮히게 되면 세균의 자극으로 새변상피세포의 증생, 비후와 유착이 일어나고 특히 새박판의 선단부 부터 시작되어 결국에는 새변 전체로 진행되어 새박판끼리 융합이 일어나 새변은 곤봉화되어 간다. 그러면 혈류와 물과의 가스교환이 저해되어, 호흡기능의 저하에 의한 질식이 직접적인 폐사의 원인이 된다.

*F. branchiophilum*은 폭 0.3~0.5 μ m, 길이 5~15 μ m의 그람음성의 호기성의 장간균으로 배양균의 도말표본에서는 2~3군체가 연결되어 있는 것이 많다. 두께는 처음과 끝이 동일하며 끝이 둔하고, 섬모의 기능은 잘 모르나 균부유액을 homogenizer로 세계 각반하면 감염력이 크게 떨어지는 점을 보아 새변상피표면의 부착에 있어서 중요한 역할을 하고 있는 것으로 추측된다. 활주나 굴곡 등의 운동성은 없고 한천 평판상에서의 유주성도 인정되지 않는다. 분리 배양에는 *Cytophaga* 배지가 쓰이며, 18 $^{\circ}$ C 5일간의 배양에 의해 직경 약 0.5mm의 담황색, 반투명의 원형집락이 생긴다. 환부조직으로부터 분리할 때는 이웃 잡균의 발육으로 방해를 받아 집락의 크기는 작고 고르지 못하게 된다. *Cytophaga* 액체배지에는 비교적 잘 발달되어, 고르게 현탁되며 균막을 만들지 않는다. 발육온도는 10~25 $^{\circ}$ C

이지만, 5 $^{\circ}$ C 또는 30 $^{\circ}$ C에서 발육하는 균주도 있다. 배지에 식염을 함유하지 않은 편이 잘 발육하며, 0.05~0.2% 이상의 식염을 넣은 배지에는 발육이 안된다. 또 혐기조건 하에서는 발육하지 않는다. 일본주, 아메리카주, 유럽주 사이의 생화학적 성상에 있어서 차이는 인정되지 않으며, 열변성곡선으로부터 계산된 DNA의 G+C 함량은 29.2~30.6mol %이다.

*F. branchiophilum*은 생화학적인 성상에는 전혀 차이가 없으므로 생물형으로 구분하는 일은 불가능하지만 혈청형을 달리한다. 일본주와 미국주의 두가지 혈청형으로 나누어지며, 각 균주는 내열성 가용성 항원(a, b, e)와 1개의 이열성 가용성 항원(k)의 공통항원을 가지며, 내열성 가용성 항원(g)는 일본주만이, 내열성 가용성 항원(h)와 이열성 가용성 항원(f)는 미국주만이 가진다.

본 병의 진단은 새변의 일부를 잘라서 직접 현미경으로 검경하여 장간균의 존재와 상피세포의 증생, 새박판의 융합을 확인하거나 형광항체검사법이 있다.

본 병의 치료법으로서서는 이미 황산동이나 과망간산 칼륨 또는 비교적 최근까지 나이트로푸란제의 약욕이 널리 행해졌지만 지금은 공중위생상의 규제로 사용이 금지되었다. 대신에 병원균의 염분내성이 매우 약한 점으로부터 5% 식염수에 2분간 침지하는 방법이 널리 실시되고 있다. 이 방법은 안전하고 효과적이지만 규모가 큰 시설에서는 대량의 식염이 필요하다는 문제점이 있다. 또한 미국에서는 chloramin-T가 유효하며, 실용성이 높다고 보고되고 있다.

BGD는 미국, 일본과 캐나다 이외에도 스위스, 포르투갈, 이탈리아, 영국 등의 유럽 각국의 송어류에서 알려져 있다. 그러나 *Farkas*가 보고한 헝가리와 덴마크의 예외에는 *F. branchiophilum*에 의한 것인지는 불명확하다. 우리나라에서는 무지개송어의 치어에서 수온이 13 $^{\circ}$ C를 넘는 사료의 섭이가 활발한 5월경에 잘 발생하기 시작한다고 추측된다. 대량폐사는 부상치어로부터 체중 10g정도 까지의 것으로 한정된다. 병원균은 양어장 또는 천연수역에 상재하며, 물고기의 과밀사육, 수중암모니아의 증가, 용존산소의 저하, 수중부유물 등이 감염과 발병을 촉진한다고 알려져 있다.

예방대책으로는 *Davis*는 물고기가 없는 수원을 이용하는 부화장에서는 세균성 아가미병의 발생을 불

수 없다고 발표하였으며 또 Borg, Bullock 그리고 Larmoyeux과 Piper(1973)은 세균성 아가미병이 환경적 스트레스를 계기로 발생한다고 지적하고 있다. 좋은 환경조건, 특히 사육수의 용존산소량을 높게 유지하는 것과 과밀사육을 피하는 것이 중요하다.

2) 콜롬나리스병(columnaris disease) : 콜롬나리스병(columnaris disease)은 아가미, 지느러미, 피부 등에 다수의 장간균이 번식하여 이들 부위에 괴사를 일으키는 질병으로 미국의 Davis에 의해 처음으로 보고되었으며, 환부조직을 생체검사법(wet mount)으로 현미경상에서 관찰하면 기둥모양(column)의 균괴가 형성되는 것으로부터 세균명을 *Bacillus columnaris* 그리고 병명을 콜롬나리스병이라 보고하였다.

콜롬나리스병을 일으키는 원인체의 세균학적 분류는 처음에는 Davis에 의해 *B. columnaris* 라고 제시되었다가 Breed et al에 의해 *Chondrococcus columnaris*로 바뀌었으며, 다시 Buchanan과 Gibbons에 의해 형태학적 및 생화학적 성상에 의거하여 *Flexibacter columnaris*로 보고되었다. 그러나 Reichenbach에 의해 DNA 상동성에 의거하여 *Cytophaga columnaris*로 명명하는 것이 옳다고 보고되었다. 이와같이 균의 분류가 유동적인 상황으로 *C. columnaris* 또는 *F. columnaris*로 불리고 있으나 Holt et al의 Bergey's manual of determinative bacteriology 제9판에는 *C. columnaris*로 분류되어 있다.

콜롬나리스병을 일으키는 세균의 형태학적, 생리학적, 생화학적 특성으로 그람음성의 가늘고 긴 간균(0.4 μ m × 2~12 μ m)으로 비교적 균일한 형태를 가지고 있다. 그러나 배양시간이 오래되면 균의 길이가 늘어나 형태가 변하게 된다. 편모는 갖고 있지 않으나 균체의 한쪽을 고정하여 다른 쪽을 흔들며 움직이는 것 같은 굴곡운동(flexing movement)과 한천배지 위에서 집락이 미끄러지는 것과 같은 활주운동(gliding motility)을 한다. 분리 배양에 사용되는 대표적인 배지는 cytophaga agar(CA)이며 강한 점착성을 갖는 뿌리모양의 노랑고 편평한 집락을 나타내는 것이 특징적이다. 성장가능한 발육온도는 5~35°C, 적정온도(optimal temperature)는 27~28°C, 적정 pH는 7.5 정도이며, 0.5%의 NaCl 농도에서도 잘 발육하지만 2%에서는 발육하지 않고, 혐기적 조건에서도 발육하지 않는다. 그리고

H₂S의 생성, 질산환원, gelatin 액화능을 가지고 있다.

콜롬나리스병은 전세계적으로 널리 분포하며 모든 담수어에 감염된다고 알려져 있다. 양식장 뿐만 아니라 하천이나 호소에서 콜롬나리스병이 유행한다. 또 북미의 하천을 역상하는 연어과 어류는 하류를 통과할 때 천연의 보균어 또는 병어로부터 방출된 균에 감염되어 상류의 산란장에 가까이 와서 발병하는 사실이 조사되었다. 가물 등으로 하천의 수온이 높은(20°C 이상) 년도에 특히 본 질병의 발생이 심하였다는 보고가 있다.

일반적으로 병변은 외부에 한정적으로 나타나며 일반적인 CA를 이용하여 균을 분리하나 질병이 악화되면 전신적인 감염을 일으키게 된다. 이때에는 간장 및 신장에서도 병원체를 분리할 수 있고 질병의 악화로 인한 다른 병원체와 혼합감염되는 경우가 많아 선택 배지를 이용하게 되는데 CA에 5 μ g/ml의 neomycin과 200IU/ml의 polymyxin B를 첨가하여 다른 균의 성장억제로 인한 *C. columnaris*의 성장을 증진시킬 수 있어 선택배지로 이용된다. 이 배지 이외에도 Hsu Shotts 선택배지가 좀더 유효하나 만드는 방법이 복잡하고 힘들다는 문제점이 있다.

*C. columnaris*는 온수성 담수어에서 매우 중요한 병원체로 감염은 매우 폭발적이며 큰 폐사를 야기한다. 그리고 수온이 높아지면 병원성이 높아지게 된다. 발병기전은 아직 명확하지 않으나 사육수중의 미네랄양과 밀접한 관계가 있으며 용존산소량, 경도, 스트레스, 오염물질 등도 중요한 영향력을 미치는 것으로 보고되었다.

감염어의 증상은 어종에 따라 약간의 차이는 있지만 주된 외부소견으로는 피부와 아가미의 괴사이다. 본 질병이 급성일 때는 두부, 지느러미중 특히 꼬리지느러미에서 병원균의 집락인 황백색의 작은 반점을 나타내고 점차 커져 간다. 감염부위는 발적하여 24시간 내에 괴사를 나타내어 끝부위 부터 닳아 떨어진 것과 같이 결손되고 아가미는 심하게 점액을 분비하며 나중에는 부분적으로 결손된다. 내장의 경우는 별 변화가 없다. 환부가 한 조직이나 기관에 편중되어 일어나는 경우가 많아 병명이 콜롬나리스병이 아닌 아가미 부식병, 아가미병, 입썩음병, 꼬리지느러미 부식병 등으로 불리는 예가 많다. 그리고 양식중의 그물 등에

상처를 입을 경우 상처받은 부위부터 괴사를 일으키며 발병하게 된다.

진단방법으로는 일반적인 외부소견과 감염된 부위를 wet mount 법을 통한 관찰에서 본 질병의 특징적인 기둥(column)모양의 균괴를 확인함으로써 육안적인 진단을 할 수 있다. 좀더 자세한 진단을 위한 생화학적인 검사와 항혈청을 이용한 응집검사 등이 이용되고 있다.

치료방법으로는 발생초기에는 과망간산칼륨(potassium permanganate)을 1mg/l 농도로 침지약욕하는 것이 유효하나 감염이 전신적으로 진행되어 상당히 경과되었을 때는 oxytetracycline, ormetoprim 그리고 sulfadimethoxine 등의 화학요법제를 사료와 혼합하여 경구 투여한다. 그러나 *C columnaris* 에 감염이 되어 질병이 어느 정도 진행하게 되면 식욕저하로 인한 사료의 섭취도 줄어들게 됨으로 과망간산칼륨을 이용한 침지약욕과 병행하여 준다.

치료를 위해서는 항생제 감수성 검사를 수행해야 하지만 항생제 감수성 배지인 Muller Hinton agar(MHA)에 *C columnaris* 가 자라지 않는다는 문제점이 있다. 또한 이 배지는 sulfonamide inhibitors를 가지고 있어 sulfonamide 감수성 검사에는 이용하지 않는다. 그러므로 *C columnaris* 의 항생제 감수성 검사를 위해서는 dilute MHA(0.9% agar)를 이용한다. 그러나 이 배지는 기존 MHA(1.7% agar)보다 agar의 성분이 적기 때문에 정확한 발육억제대의 측정이 힘들다는 단점이 있다.

미주지역에서는 찬넬매기(*Ictalurus punctatus*)의 콜롬나리스병을 치료하기 위한 면역치료법이 이용되고 있다. 미국 각주에서 약 325주를 분리하여 연구한 결과, 혈청학적 분석이 자세히 이루어지지는 않았으나 *C columnaris* 는 공통항원을 가지고 있는 것으로 밝혀져 면역치료가 가능하다고 알려져 있어, 감염어에 *C columnaris* 항혈청을 피하나 복강내 주사를 하여 치료하고 있으며, 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)에 있어서도 heat-killed *C columnaris* antigen을 사료와 혼합하여 경구투여를 함으로써 면역을 피하고 있다.

국내에서 본 질병에 대한 발생역학, 피해상황, 지역적 분포 그리고 연령 등에 관한 연구가 충분히 이루어지지 않았으나 담수성 어류인 틸라피아(*Oreochromis niloticus*), 금붕어(*Garassiosus auratus*)에서는 발생보

고가 되었다. 또한 최근에 본 저자 등은 국내에서 양식되는 무지개송어, 금붕어 그리고 은어(*Plecoglossus altivelis*) 양식장에서 *C columnaris* 을 분리하여 발병 사실을 확인 보고하였다.

3) 세균성 냉수병(bacterial cold water disease) : 세균성 냉수병(bacterial cold water disease)의 원인균은 *Cytophaga psychrophila* 로 알려져 있으며 본 질병은 미국에서 Davis에 의해 1946년 최초로 발생이 보고된 이래, 전세계적으로 coho salmon(*Oncorhynchus kisutch*)을 비롯한 연어과 어류, 은어(*Plecoglossus altivelis*), 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*), 뱀장어(*Anguilla japonicus*) 및 잉어(*Cyprinus carpio*) 등의 치어를 부화하는 부화장과 성어를 양식하는 양식장에서 발생하고 있으며 치어에서는 높은 폐사를 야기시키고, 성어에서는 상품의 가치를 떨어뜨려 경제적으로 커다란 손실을 야기시키는 질병으로 알려져 있다. 우리나라에서는 아직까지 그 발병사실이 알려져 있지 않았으나 최근 저자 등에 의해 은어에서 *C psychrophila* 이 분리 동정되어 보고되었으며, 그 발병피해 등에 관한 조사가 시급한 실정이다.

본 질병의 증상이 지느러미에 국한되어 괴사를 일으킬 경우 fin rot disease라고 불리며 질병이 꼬리지느러미와 미병부에서 괴사소견을 보일 때는 peduncle disease라고도 불리워진다. 그러나 본 질병은 fin rot disease나 peduncle disease라는 질병으로 불리우기 보다는 15℃ 이하의 차가운 물에서 질병이 주로 발생하기 때문에 세균성 냉수병으로 더욱 많이 알려져 있다.

본 질병은 3~15℃에서 발생하나 주로 10℃ 이하의 수온에서 가장 심각한 질병을 야기시키며 15℃ 이상의 수온에서는 질병의 발생이 현저하게 감소한다고 Borg et al이 보고하였다. Chinook salmon(*Ondorhynchus tshawytscha*), coho salmon 그리고 무지개송어에서 인공적으로 질병을 야기시킨 후 수온에 따른 폐사시간을 조사한 연구에서도 15℃에서 폐사하는데 걸린 시간이 가장 빨랐고, 16~18℃에서는 현저하게 연장되며 폐사량도 감소한다고 보고하였다.

본 질병의 외부소견은 병원균이 지느러미나 조직에 침입하여 궤양을 일으키며 더욱 진행되면 조직의 괴사를 야기시킨다. 본 질병은 주로 미병부와 꼬리지느

러미에 궤양이나 괴사를 나타내나 드물게 협부와 등 지느러미에서도 증상을 유발시키며, 질병에서 회복된 물고기에서는 외관상으로 척추만곡증상이 종종 관찰된다는 보고도 있다. 내부소견으로는 장관내의 점상 출혈 등이 관찰되었으며 가장 피해가 심한 장기는 신장으로 신장의 세망세포의 염증 및 괴사를 유발하는 것으로 알려져 있다. 한편, 실험적인 감염실험에서의 외부소견으로는 아가미가 창백해지고 지느러미 기저부에 충혈이 관찰되었으며, 내부소견으로는 심장, 간장, 유문수, 부레와 때때로 복강의 내벽에 점상출혈을 유발하였다고 보고하였다. 다른 어종의 경우 본 질병에 감수성이 가장 큰 어종은 coho salmon으로 알려져 있으며, 일반적으로 폐사율이 30% 정도인데 비하여 coho salmon의 치어에 발생할 경우에는 50~60%에 이른다.

Borg *et al* 과 이외의 여러 보고에 따르면 세균성 냉수병의 전과경로는 수평전파에 의한 질병의 발생률은 낮은 것으로 나타났으며, 주된 감염경로는 병에 이환되었다가 회복된 어미 물고기가 매개체로 작용하는 수직전파에 의한 것으로 보고되어 있다. 즉, 병에 이환된 후 회복된 어미의 내부장기나 혈액내에 잠복적으로 감염되어 있다가 산란할 때나 수정할 때 어미의 체액이 난의 표면에 묻어 있다가 부화할 때 감염되는 감염경로가 일반적이다. 수평전파의 경우는 중금속, 사료찌꺼기 등에 의한 수질환경의 악화로 면역력이 약해졌을 경우 원인균에 이차적으로 노출되면 질병이 발생하는 것으로 알려져 있다. 대부분의 양식장의 경우 수질관리를 위해 많은 노력을 기울이기 때문에 환경의 악화에 따른 이차감염보다는 수직감염의 경우가 많아 질병은 주로 면역력이 낮은 치어기에 발생률이 높다.

세균성 냉수병의 원인균인 *C psychrophila* 는 1948년 Borg에 의해 미국의 Washington의 Minter creek 부화장의 coho salmon 치어에서 처음으로 분리 보고되었고, 이후 북미의 연어과 어류와 무지개송어, 유럽 뱀장어 그리고 잉어 등에서 분리 보고되었다. 가까운 일본의 경우에는 1987년 Tokushima 현의 양식장에서 사육되는 은어에서 처음으로 분리되었고, 그 후 coho salmon, 무지개송어 그리고 은어에서 분리되었다.

C psychrophila 의 학명은 1960년 Borg에 의해 Myx-

obacteriales 목의 하나로 myxobacterial fish pathogen으로 불리우다가 1969년 Lewin에 의해 Cytophagales 목으로 속하게 되었으며, 1978년 Richards *et al* 과 1980년 Schneider *et al* 에 의해 *Flexibacter psychrophila* 로 명명되었으나 *C psychrophila* 와 명확하게 구분되어 쓰이지는 않았다. 이것이 1989년에 Reichenbach에 의해 다시 *Cytophaga* 속의 20개종 중 하나로 포함되게 되었다. 그러나 지금도 본 균종의 속이 *Flexibacter* 나 *Cytophaga* 어느 한 속으로 명백히 구분되어 사용되지는 않는다.

본 균은 일반적으로 어류의 세균을 배양하는 tryptic soy agar에서 배양하기 어려운 특징을 가지고 있어 cytophaga agar(CA)를 주로 이용한다. 이 배지에서 48~96시간 배양한 균의 집락크기는 3~5mm 정도로 노란색을 나타내며 형태는 처음에는 가장자리가 둥글고 규칙적인 집락이 관찰되나 시간이 지남에 따라 균이 지니고 있는 특성인 활주운동(gliding motility)으로 인하여 집락의 가장자리가 매끄럽지 않은 불규칙한 형태로 관찰된다. 광학현미경상의 균 형태는 균체의 끝이 둥글고 구부러진 그람음성 간균이며 크기는 0.4~0.5 μm × 1.5~7.5 μm (평균 3.5 μm)의 다양한 크기를 가지고 있다. 이들 균체는 하나씩 관찰되는 것이 대부분이나 여러개가 사슬모양을 가지며 연결되어 있는 모양으로 관찰되기도 한다.

C psychrophila 는 호기성이며, NaCl 농도에 따른 감수성은 보고에 따라 약간의 차이는 있지만 일반적으로 0.8%에서는 저항성을 가지며 1.0% 이상의 농도에서는 감수성을 가지는 것으로 알려져 있다. 온도에 따른 감수성 실험에서는 4~23 $^{\circ}\text{C}$ 에서 배양이 가능하나 30 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 온도에서는 배양되지 않는 특징을 가지고 있으며, 최적의 배양온도는 15~18 $^{\circ}\text{C}$ 로 알려져 있다.

본 균은 어떠한 탄수화물도 분해하지 않는 특성을 가지고 있으며 gelatin, casein, albumin 그리고 collagen은 왕성하게 가수분해하는 특징을 가지고 있다. Catalase와 cytochrome-c-oxidase 생성시험에서는 다양한 결과가 나타난다고 보고되었으며, indole과 황화수소는 생성하지 않는다. 또한 본 균은 CA에서 노란색소를 생성하는 균으로 이 색소는 flexirubin이라고 알려져 있다. 그리고 xanthine와 esculin은 분해하지 않는

것으로 보고되어져 있다.

본 균의 mol% G + C는 Bergey's manual에서는 33% (NCMB 1947^T) 혹은 32%(ATCC 23108)로 보고되었으나 근래의 분리보고에 따르면 33~35%의 mol% G + C를 나타내기도 하였다.

본 균의 혈청학적 특징으로 Wakabayashi *et al*은 흡수항혈청을 이용하여 본 균의 혈청형을 O-1과 O-2형으로 구분하였다. O-1 형에는 주로 연어과 어류에서 분리된 균이 포함되어 있으며, O-2형에는 주로 은어에서 분리된 균이 포함되어 있다. 또한 Pacha와 Bullock *et al*은 본 균이 과거에 같은 *Myxobacterium*으로 분류되어지던 *C columnaris*와는 혈청학적으로 어떠한 교차응집반응도 나타나지 않는다고 보고하였다.

본 균에 대한 항생제 감수성은 dihydrostreptomycin, ampicillin, neomycin, oxolinic acid, oxytetracycline, nitrofurantoin, bacitracin, chloramphenicol, erythromycin 그리고 penicillin에 감수성이 있는 것으로 보고되어 있으며, 이 중 oxytetracycline 약제가 본 균에 대한 감수성이 가장 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 이들 약물을 이용한 치료는 주로 사료에 혼합하여 경구로 투여해야 하나 질병의 발생이 난을 통하여 전파되고 사료를 섭취할 수 없는 어린 치어에서 주로 발생하므로 사료를 이용한 경구투여에는 문제점이 제기되고 있다. 그러므로 어린 물고기에서는 주로 침지법으로 사용하기 좋은 약물인 furan계의 약물이 널리 사용되고 있다.

참 고 문 헌

1. Daoust PY and Ferguson HW : Gill diseases of cultured salmonids in Ontario. Canadian Journal of Comparative Medicine, 1983 ; 47 : 358-362.
2. Davis HS : A new gill disease of trout. Trans Amer Fish Soc, 1926 ; 56 : 156-160.
3. Farkas J : Filamentous *Flavobacterium* sp. isolated from fish with gill diseases in cold water. Aquaculture, 1985 ; 44 : 1-10.
4. Ferguson HW, Ostland VE, Byrne P, *et al* : Experimental production of bacterial gill disease in trout by horizontal transmission and by bath challenge. Journal of Aquatic Animal Health, 1991 ; 3 : 118-123.
5. Heo GJ, Wakabayashi H, and Watabe S : Purification and characterization of pili from *Flavobacterium branchiophila*. Fish Pathology, 1990 ; 25 : 21-27.
6. Heo GJ and Wakabayashi H : Detection of *Flavobacterium* sp., a pathogen of bacterial gill disease, using indirect fluorescent antibody technique. Fish Pathology, 1987 ; 22 : 215-220.
7. Heo GJ and Wakabayashi H : Serological characteristics of *Flavobacterium branchiophila* isolated from gill diseases of freshwater fishes in Japan, USA, and Hungary. Journal of Aquatic Animal Health, 1989 ; 1 : 142-147.
8. Inglis V, Roberts RJ, and Bromage NR : Bacterial Gill Disease and Fin Rot. In : Turnbull JF, Bacterial Diseases of Fish, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, 1993 ; 40-57.
9. Kimura N, Wakabayashi H, and Kudo S : Studies of bacterial gill disease in salmonids. 1. Selection of bacterium transmitting gill disease. *Fish Pathology*, 1978 ; 12 : 233-242. (In Japanese, English abstract.)
10. Kudo S and Kimura N : Scanning electron microscopic studies on bacterial gill disease in rainbow trout fingerlings. Japanese Journal of Ichthyology, 1984 ; 30 : 393-403.
11. Ostland VE, Ferguson HW, Prescott JF, *et al* : Bacterial gill disease of salmonids ; relationship between severity of gill lesions and bacterial recovery. Diseases of Aquatic Organisms, 1990 ; 9 : 5-14.
12. Perry LB : Gliding motility in some non-spreading flexibacteria. *J. Appl. Bacteriol.*, 1973 ; 36 : 227-232.
13. Peters G, Hoffmann R and Klinger H : Environment induced gill disease of cultured rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 1984 ; 38 : 105-126.
14. Wakabayashi H : Bacterial gill disease of salmonid fish. Fish Pathology, 1980 ; 14 : 185-189.
15. Wakabayashi H, Egusa S and Fryer JL : Characteristics of filamentous bacteria isolated from a gill disease of salmonids. Canadian Journal of Systematic Bacteriology, 1980 ; 39 : 213-216.
16. Wakabayashi H, Heo GJ and Kimura N : *Flavobacterium branchiophila* sp. nov., a causative agent of bacterial gill disease of freshwater fishes. International Journal of Systematic Bacteriology, 1989 ; 39 : 213-216.
17. Ko YM and Heo GJ : Characterization of *Flavobacterium branchiophilum* isolated from rainbow trout. Fish Pathology, 1997 ; 32 : 97-102.
18. Amend DF : Columnaris (*Flexibacter columnaris*) disease of freshwater fishes and a brief review of other flexibacterial diseases of fish. Collection Fondation Marcel Merieux, Lyon. p. 1982 : 139-151.
19. Anacker RL and Ordal EJ : Studies on the *Myxobacterium*, *Chondrococcus columnaris*. I. Serological typing. *J. Bacteriol.*, 1959 ; 78 : 25-32.
20. Austin B and Austin DA : Bacterial pathogens of fish. *J. Appl. Bacteriol.*, 1985 ; 58 : 483-506.
21. Austin B and Austin DA : (1987) *Bacterial fish pathogens* : disease in farmed and wild fish. Ellis Horwood Ltd., Chichester. England, p.

- 1987 ; 225-249. **22.** Bernardet JF : *Flexibacter columnaris* : first description in France comparison with bacterial strains from other origins. Dis. Aquat. Org., 1989 ; 6 : 37-44. **23.** Bernardet JF and Grimont PAD : Deoxyribonucleic acid relatedness and phenotypic characterization of *Flexibacter columnaris* sp. nov., nom. rev., *Flexibacter psychrophilus* sp. nov., nom. Rev., and *Flexibacter maritimus* Wakabayashi H and Masumura 1986. Int. J. Syst. Bacteriol., 1989 ; 39 : 346-354. **24.** Bootsma R and Clerx JPM : Columnaris disease of cultured carp(*Cyprinus carpio*) ; characterization of the causative agent. Aquaculture, 1976 ; 7 : 371-384. **25.** Bullock GL, Hsu TC and Shotts EB, Jr. : Columnaris disease of fishes. Fish Dis., 1986, Leaflet 72. U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. **26.** Chen CR, Chung YY and Kuo GH : Studies on the pathogenicity of *Flexibacter columnaris*. Effect of dissolved oxygen and ammonia on the pathogenicity of *Flexibacter columnaris* to eel(*Anguilla japonica*) CAPD Fisheries series No. 8. Rep. Fish dis. Res., 1982 ; 4 : 57-61. **27.** Chowdhury MBR and Wakabayashi H : Effects of competitive bacteria on the survival and infectivity of *Flexibacter columnaris*. Fish Pathol., 1989 ; 24 : 9-15. **28.** Davis HS : A new bacterial disease of freshwater fishes. U. S. Bur. Fish., 1922 ; 38 : 261-280. **29.** Fijan NN and Voorhees PR : Drug sensitivity of *Chondrococcus columnaris*. Vet. Arh., 1969 ; 39 : 259-267. **30.** Hawke JP : A bacterium associated with disease of pond cultured channel catfish(*Ictalurus punctatus*). J. Fish. Res. Bd. Can., 1979 ; 36 : 1508-1512. **31.** Hawke JP and Thune RL : Systemic isolation and antimicrobial susceptibility of *Cytophaga columnaris* from commercially reared channel catfish. J. Aquat. Anim. Health, 1992 ; 4 : 109-113. **32.** Holt JG, Krieg NR, Sheath PHA, et al : Bergey's manual of determinative bacteriology, 9th Ed. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, 1994 ; 483-514. **33.** Pacha RE and Porter S : Characteristics of *myxobacteria* isolated from the surface of freshwater fish. Appl. Microbiol., 1968 ; 16 : 1901-1906. **34.** Shamsudin MN and Plumb JA : Morphological, biochemical, and physiological characterization of *Flexibacter columnaris* isolates from four species of fish. J. Aquat. Anim. Health, 1996 ; 8 : 335-339. **35.** Wakabayashi H, Egusa S and Fryer JL : Characteristics of filamentous bacterial isolated from a gill disease of salmonids. Can. J. Syst. Bacteriol., 1980 ; 39 : 213-216. **36.** 이영순, 허강준, 박재학 : 담수어의 세균성 질병. 어류질병학, 신광종합출판, 1993 ; 341-343. **37.** 전세규 : 어류에서 분류한 점액세균의 병원성. Bull. Nat. Fish. Univ. Busan, 1975 ; 15 : 31-42. **38.** 전세규, 손상규 : 틸라피아(*Tilapia* sp.)에서 분리한 *Flexibacter columnaris* 의 성장. Bull. Korean Fish. Soc., 1985 ; 18 : 369-373. **39.** Bernardet JF, Baudin-Laurencin F and Tixerant G : First identification of *Cytophaga psychrophila* in France. Bull. Eur. Assn. Fish Pathol., 1988 ; 8 : 104-105. **40.** Bernardet JF and Kerouault B : Phenotypic and genomic studies of *Cytophaga psychrophila* isolated from diseased rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*) in France. Appl. Environ. Microbiol., 1989 ; 55 : 1796-1800. **41.** Borg AF : Studies on myxobacteria associated with disease of salmonid fishes. 1948 ; Ph. D. Thesis, Univ. of Washington, Seattle, Washington. **42.** Borg AF : Studies on myxobacteria associated with diseases in salmonid fishes. J. Wildl. Dis., 1960 ; 8 : 1-85. **43.** Bruno DW : *Cytophaga psychrophila*(*Flexibacter psychrophilus*) (Borg), histopathology associated with mortalities among farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in the U. K. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 1992 ; 12 : 25. **44.** Bullock GL and Snieszko SF : Fin rot, cold-water disease, and peduncle disease of salmonid fishes. U. S. Fish and Wild. Ser. Fish Dis. 1970 ; Leaflet 25. **45.** Dalsgaard I : Virulence mechanisms in *Cytophaga psychrophila* and other *Cytophaga*-like bacteria pathogenic for fish. Ann. Rev. Fish Dis. 1993 ; 127-144. **46.** Holt RA : *Cytophaga psychrophila*, the causative agent of bacterial cold-water disease in salmonid fish. Oregon State Univ., Ph. D. Thesis Corvallis, OR, 1987 ; 181pp. **47.** Holt RA, Conrad JF and Fryer JL : Furanace for control of *Cytophaga psychrophila* : the causative agent of cold-water disease in coho salmon. Prog. Fish-Culture, 1975 ; 37 : 137-139. **48.** Holt RA, Rohovec JS, and Fryer JL : Bacterial cold-water disease. In : Inglis V, Roberts RJ, and Bromage NR editors. Bacterial diseases of fish. Blackwell Scientific Publications, Boston, 1993 ; 3-22. **49.** Lehmann J, Mock D and Bernardet JF : First isolation of *Cytophaga psychrophila* from a systemic disease in eel and cyprinids. Dis. Aquat. Org., 1991 ; 10 : 217-220. **50.** Pacha RE : Characteristics of *Cytophaga psychrophila* (Borg) isolated during outbreaks of bacterial cold water disease. Appl. Microbiol., 1968 ; 16 : 97-101. **51.** Snieszko SF : Selected topics on bacterial fish diseases. Can. Fish Culturist, 1964 ; 32 : 19-24. **52.** Wakabayashi H, Toyama T and Iida T : Study on serotyping of *Cytophaga psychrophila* isolated from fishes in Japan. Fish Pathol., 1994 ; 29 : 101-104. **53.** Wolke RE : Pathology of bacterial and fungal diseases affecting fish. In *The Pathology of Fishes* (Ed. by W.E. Ribelin & G. Migaki), 1975 ; 33-116. University of Wisconsin Press, Madison. **54.** Yoshisuke I and Akio M : Outbreaks of coldwater disease in wild ayu and pale chub. Fish pathol. 1996 ; 31 : 157-164.