

넙치의 체색이상 발현기구

김경길 · 이윤성

국립수산과학원 어류육종연구센터

1. 체색이상에 관한 연구의 개요

넙치를 포함해서 가자미목 어류는 특유의 체색 이상 현상이 나타나는 것이 알려져 있고, 인공종묘 생산 시에는 대단히 높은 비율로 출현한다. 이것은 눈이 있는 쪽의 색체가 본래 흑갈색인데 일부 백색이 되는 백화(albinism)와 눈이 없는 쪽의 색체가 본래 백색인데 일부 또는 전부가 착색되는 양면유색(ambicoloration)이 있다. 보통 양면유색은 흑화라고 불린다. 백화나 흑화는 어느 쪽도 부분적인 현상이며, 체색 이상 현상을 일으키기 쉬운 부위와 그렇지 않은 부위가 존재한다.

백화는 가자미목 어류가 인공적으로 사육되어진 시기부터 나타나 1960년대 후반부터 유럽에서 plaice, *Pleuronectes platessa* L.의 경우 과도한 사육밀도, 과도한 먹이공급이 백화의 원인으로 검토되었다. 일본에서는 1980년대 들어서 넙치의 백화를 중심으로 원인규명과 유효한 방제 방법의 확립을 위한 연구가 진행되었다. 일본에서는 백화의 원인을 주로 종묘생산 시기의 먹이생물, 영양 및 사육환경에 중점을 두고 접근하였다. 이들 중에서 자치어기에 공급하는 먹이생물의 종류에 의해서 그 출현율이 크게 다른 것이 밝혀졌다. 종묘양산 과정에서는 자어기에 배합사료를 적극적으로 활용하는 것과 먹이생물에 고도 불포화지방산 또는 지용성 비타민류를 강화하므로써 백화개체의 출

현율을 저하시킬 수 있어, 먹이생물의 성분과 백화의 발현기작이 관련된다는 것을 밝혀내었다. 또한 피부의 화학성분과 체색이상과의 연관성도 제기되었다. 그러나 다른 가자미과 어류의 인공종묘 생산 시 먹이생물의 영양강화 또는 배합사료의 사용이 백화개체 감소에 반드시 효과적인지 여부는 검토해보아야 한다.

현재 종묘생산에서 넙치 백화개체의 출현율은 통상 10% 이하이지만, 자어기에 있어서 생존율이 낮은 경우에 간혹 50% 이상의 백화개체가 출현한다. 부유기 자어가 순조롭게 성장 및 발육하는 것이 출현율을 좌우하는 요인의 하나가 되며, 또한 산란용 친어와 난질도 백화율 출현에 관여할 가능성이 시사되고 있다. 더욱이, 응성발생등의 염색체 조작을 이용한 실험에 의해서 유전적 요인도 백화의 요인으로 가능성이 제기되고 있다.

한편, 흑화는 백화보다 자연산에서 비율이 높은데, 이것은 무안축의 경우 빛의 조사에 의해서 흑화가 유도된다는 것이 보고되고 있다. 흑화는 방류후의 종묘의 표식으로서 이용되어지고 있으나 흑화어는 외견상으로도 나쁘기 때문에 시장가격의 저하를 초래하는 경우가 많다. 방류용의 경우 인공종묘는 대부분 흑화어라고 할 수 있어, 현 시점에는 흑화는 백화보다 더 큰 문제가 되고 있다. 변태완료 직후에 발현하는 흑화의 원인에 관해서는 자어기의 먹이생물과 사육밀도의 영향 등

이 있으며, 변태완료 후 성장시기에 착색이 진행 되는 것은 변태완료 후의 사육환경의 영향 등과 관련이 있는 것으로 추측된다.

것이 있다. 변태완료 시에 발현하는 것이 양면유 색형이고, 성장하면서 발현하는 것은 착색형으로 생각된다. 반점형에는 양면 유색형과 착색형의 일부가 혼재하고 있는 것으로 추정된다.

2. 체색이상의 특성과 발현에 관한 요인

2-1. 색소세포와 체색이상의 발현시기

넙치의 체표에 존재하는 색소세포는 색소과립의 성분에 의해서 흑색세포, 황색세포, 백색세포, 홍색세포로 나누어 지며, 더욱이 자치어의 발육단계와 관련시켜 보면 자어기에는 대형의 유생형 색소세포가, 치어기 이후에는 소형의 성어형 색소세포가 발현하고 있다. 유생형 색소세포는 몸의 양측에 분포하고 성어형 색소세포는 홍색세포를 제외하고는 유안측에 분포한다.

색채이상 개체에는 성어형의 색소세포의 분포에 이상이 일어난다. 백화에는 성어형 색소세포의 유안측에의 발현이 저지되어 나타나고, 흑화에는 그것이 무안측에 발현되는 것이다. 또한 백화개체에는 변태종료 후 성장에 따라서 유안측의 백화 부위에 착색이 진행되지만, 정상인 체색의 패턴을 회복하는 경우와 착색해서도 이상한 체색이 되는 경우도 있다.

백화는 변태를 완료한 시기에 발현하고, 유전적으로 흑색세포의 멜라닌 생합성능력이 결핍된 알비노와는 다르다. 따라서 백화는 거짓의 알비노(pseudoalbinism)이라고 할 수 밖에 없다. 포유류에서 인식되어지는 백반이라는 현상과 유사하다. 한편, 흑화는 무안측의 착색상태에 의해서 착색형, 반점형 및 유안측과 같은 모양의 반문등이 나타나는 양면 유색형의 3형으로 구별된다. 흑화에는 변태완료 시에 발현하는 것과, 변태완료 시에는 정상이었지만 그 후 성장하면서 이상이 나타나는

2-2. 백화어의 출현과 이상 발현까지의 경과

넙치에는 부화후 10일째 전후에서 변태완료기까지 자어기에 브라질산 알테미아를 공급하면, 변태완료 후 100%의 개체가 백화어로 되고, 동시기에 천연 동물 플랑크톤을 공급하면 100% 정상어가 된다. 이것으로 보아 두개의 그룹의 자치어(이하 각각을 백화군 및 정상군이라 한다)를 이용해서 색소세포의 분화과정을 검토해 보면, 전구세포에 있는 색소아세포는 변태가 시작될 때 까지 좌우의 피부에 분포하지만, 변태 후반기에 이르면 정상군에는 좌측피부만 분화증식하고, 우측피부의 색소아세포는 죽는 것으로 나타났다. 그러나 백화군에는 동시기에 좌측피부의 색소아세포도 죽는 것이 관찰되었다. 한편 피부의 멜라닌은 흑색세포내에 tyrosinase를 효소로 하여 생합성되어진다. 그렇기 때문에 tyrosinase 활성이 피부의 색소세포(색소아세포도 포함)의 량과 생리활성의 강약을 표시한다. 양 개체군의 자치어의 양측 피부의 tyrosinase 활성의 변화를 변태의 진행에 맞춰서 측정 한 결과, 양개체군의 양측 피부에 있어서 색소아세포의 형태적 변화에 따라 활성이 변하였다.

2-3. 흑화어의 출현에 관한 요인

변태완료기의 흑화 출현을 감소시키려면 자어기에 배합사료를 사용하지 않고 먹이생물을 공급하며, 또한 자어기에 사육밀도를 낮추어 사육하는

것이 효율적이다. 변태완료후의 흑화에 대해서는 자연산을 실내수조에서 사육할 시 수조저면에 모래 없이 무안측에 빛이 조사되는 경우 점점 흑화가 나타난다. 양식산의 경우 자연산과 같은 조건에서 사육할시 자연산에 비하여 흑화가 되기 쉽다. 특히, 인공산 백화어는 성장하면서 체색 정상어로 되기보다는 흑화로 되는 비율이 자연산에 비하여 높았다. 모래로 바닥을 채운 저면에 사육하면 흑화가 매우 효과적으로 억제 되는 것으로 보아 흑화의 주요한 원인은 무안측에 조사한 빛이라고 생각된다. 그러나, 최근에는 넙치가 모래속으로 묻히는 것이 흑화를 억제하는 것으로 확인되었다.

3. 체색이상의 발현 기구

넙치에는 자어기에 공급하는 먹이생물과 배합사료에서 비타민A와 DHA의 양이 백화개체의 출현율을 변동시킨다. 한편 DHA는 망막과 뇌의 주요한 구성성분이며, 비타민A는 視(시)물질의 전구물질이다. 동일한 수조에 사육한 치어의 경우에도 백화개체는 눈과 뇌에 있어서 인지질과 DHA의 함량 비율이 정상개체보다 낮다. 이와 같은 사실은 비타민A와 DHA의 결핍이 시상과 시신경계의

발육부진을 일으키고, 이것이 뇌하수체중엽으로부터의 MSH (melanocyte Stimulating Hormone)의 분비 부족을 유발해서 백화를 일으키는 것으로 추측된다.

4. 이후의 과제

넙치 자어가 변태를 통해서 본래의 체색 발현을 나타내는 것은 피부의 미세환경의 불상칭화를 제어하는 무엇인가가 존재하는 것이라고 생각된다. 그것은 어떠한 물질 또는 그 물질에 대응하는 수용체의 좌우 불상칭 분포이지 않을까 생각된다. 혹시 이런 생각이 정확하다면 그 물질과 수용체의 좌우 불상칭 분포는 무엇에 의해서 규정되어져 있는지를 해결해야 한다.

넙치의 변태가 갑상선 호르몬에 의해서 제어되어지는 것이 밝혀져 있기 때문에 체내의 조직도 갑상선 호르몬에 의해서 자어형에서 성어형으로 전환하는 것이다. 색소세포도 유생형에서 성어형으로 이행되지만 유안측과 무안측에 발현 상태에 차이가 있다. 이후 체색을 포함한 여러가지 형질에의 좌우 불상칭성의 확립과 호르몬의 작용의 관계를 밝힐 필요가 있다.