

## 활어수송용 저온 컨테이너 시스템 연구

### Study of the temperature container system for a live fish transportation

윤 석 만\*, 김 종 보\*\*, 조 영 제\*\*\*, 허 병 기\*\*\*\*  
S. M. Yoon, C. B. Kim, Y. C. Cho, B. K. Hur

**Key words** : Low temperature container(저온 컨테이너), Live fish transportation(활어수송), Optimal temperature(최적온도), Survival rate(생존율), Long-term transportation(장기수송)

#### Abstract

The objective of this study is to manufacture the low temperature waterless container that is compact and low cost for a live fish transportation. Using the low temperature water container, it makes observations on the optimal conditions such as the amount of dissolved oxygen, total ammonia and nitrite in seawater for determining the survival rate of live fish in short and long-term transportation. Using a sole as a live fish, the temperatures of 0°C, 3°C, 5°C, 7°C, 15°C were controled for there effects.

The results of this investigation show that as the seawater temperature increased, the amount of oxygen decreased and there was a low temperature shock below 3°C. It was observed that the fish was died with 30mg/ℓ of ammonia. The optimal temperature is about 5°C for live fish transportation to maintain best survival rate.

#### 1. 서 론

최근들어서 생활수준의 향상으로 다양한 생리적 기능성을 갖는 건강식으로서 생선회의 소비량이 증가하고 있으며 더불어 소비자들은 맛, 향 및 신선도가 산지 활어와 동일할 정도의 수준을 요구하고 있다. 오랜 세월동안 근대화되지 않고 재래식 하역에만 의존하던 정기 해운선에서 컨테이너(container)의 등장으로 수송방식의 변화, 수송비용의 절

감, 그리고 수송시간의 단축이 이루어졌고 위와 같은 소비자들의 요구사항을 가능하게 만들었다. 또한 수송화물이 규격화됨에 따라 선박이외의 다른 운송기관들과 복합운송이 가능하게 되었으며 수송의 범위가 해상에만 국한되지 않고 해-륙 또는 해-공이라는 구도로 발전하게 되었다.

정기 해운선에서 컨테이너의 등장으로 수송혁신이 이루어졌다면 활어를 장거리 수송할 수 있는 저온 컨테이너의 등장은 활어수송에 대한 일대 혁신을 가져올 수 있다고 하겠다. 지금까지의 활어수송 방식으로는 물차에 의한 수송방법, 이산화탄소 또는 마취제로 마취시킨 후에 수송하는 방법, 전기자

\* 정회원, 인하대학교 기계공학과 대학원

\*\* 정회원, 인하대학교 기계공학과

\*\*\* 정회원, 부경대학교 식품공학과

\*\*\*\* 인하대학교 생물공학과

극을 통해 가사상태로 만든 후 수송하는 방법, 천적과 함께 수용하여 수송하는 방법등이 연구보고되고 있으나,<sup>(1~4)</sup> 산업화하기에는 여러 가지 문제점을 갖고 있다. 그리고 활어로서 장거리 수송이 불가능하여 주로 항공편을 이용하거나 해양수송일지라도 항해시간 48시간 이내의 근거리 수송에 국한되었었다. 그러나, 저온 컨테이너의 개발로 다량의 활어를 장시간 거의 완벽하게 수송할 수 있을 것으로 생각된다.

저온 컨테이너는 활어 수송용으로 일본의 미쓰이(三井)선박에서 개발하고 있다. 이 컨테이너는 5℃에서 25℃까지 온도를 임의로 설정할 수 있는 수온제어장치, 수면유지장치, 박테리아 등에 의한 정화 및 순환장치, 산소공급과 이산화탄소 흡착장치 그리고 오존투입에 의한 살균장치와 조명장치 등이 설치되어 있어 약 1톤(ton)의 어패류를 적재하여 2주 이상의 해륙수송이 가능하다.

1988년 10월 1차 실험으로써 저온 컨테이너에 적립된 양식도미 600마리(600kg)가 고오베를 출발하여 대만의 까오슝(高雄)을 거쳐 다시 일본 고오베(神戸)의 수산업자에게 인도되는 15일 동안의 해륙복합수송 과정에서 실험중 몇 마리를 표본으로 뽑은 것 이외에는 전부 살아있는 상태로 인도되었다. 이후 1989년 11월에 실시된 2차 실험에서 뉴질랜드 오클랜드에서 일본 도쿄(東京)까지 뉴질랜드산 천연도미 340마리(620kg)를 18일 동안 수송하였는데 최종 인도시점에서 100마리가 죽은 것으로 확인되어 생존율은 약 70%이고 항공운송시의 평균생존율 50%보다 월등히 높은 결과를 나타냈다. 한편 1990년 7월 4일 중국 칭따오(靑島)에서 칭따오산(靑島産) 천연광어 425마리(842kg)를 저온 컨테이너에 적립하여 칭따오(靑島) 컨테이너 터미널(container terminal)까지 육상으로 운송하고 7월 6일 컨테이너 선박에 선적하였다. 7월 10일에 일본 고오베(神戸)에 입항, 7월 11일에 저온 컨테이너를 트럭으로 후카오카(福岡)까지 육로로 수송하여 7월 12일 후쿠오카(福岡)중앙어시장에 인도되었다. 8일 동안의 수송기간 중 죽은 고기가 10마리(13kg)에 불과, 생존율이 98%에 이르렀고 광어의 상태가 대단히 좋았다.

저온 컨테이너 시스템의 실용화에 대한 세계의

기술수준이 아직 초기 단계이므로 상업화가 되기까지는 몇 년의 세월이 소요될 전망이다. 그러나 활어수송 시스템에 대한 국내 산업기반과 학문적, 기술적 기반이 성숙되어 가고 있는 중이고 계속해서 여러 종류의 생선을 대상으로 생존율 수송실험과 성능을 높이기 위한 연구에 심혈을 기울인다면 머지않아 저온 컨테이너는 상업용으로 실용화되어 국제해상운송에 투입되리라 기대된다.

현재의 일반적인 단거리 활어 수송 방법은 중소형 트럭의 활어조에 물 약 80%와 활어 약 20%를 적재하고 산소 bombe(bomb)로부터 산소를 공급하면서 운반하는데, 이런 형태의 수송방법은 수송경비가 매우 높다. 따라서 수송경비를 절감할 수 있는 활어수송 방법의 개선이 절실한 실정이다.

그래서 본 연구의 목적은 장거리 및 단거리 수송에서도 이용할 수 있고 수송경비를 대폭 절감시키며 활어의 신선도 유지, 높은 생존율 그리고 높은 활어적재율을 달성할 수 있는 소형, 경량 및 온도제어가 가능한 저온 무수 컨테이너를 설계 및 제작하는 것이다. 이 목적을 달성하기 위해서는 최적의 온도제어, 산소제어, 영양분 제어, 살균처리등의 조건이 필요하다. 본 연구의 목적을 이루기 위한 기초자료를 얻기 위해서 제작한 저온 유수 컨테이너를 가지고 국내에서 양식을 가장 많이 하는 어종중의 하나인 넙치를 활어로 이용하여 온도를 0℃, 3℃, 5℃, 7℃, 15℃로 변화시키며 해수중의 용존산소량 변화, 암모니아 및 질산염 생성량, 치사시간등을 검토하였다.

저온 무수 컨테이너를 이용하여 다량의 활어를 2주 이상의 기간동안 산지 활어와 동일할 정도의 맛, 향 그리고 신선도를 유지하며 거의 완벽하게 수송할 수 있는 기술을 개발할 수 있다면 국제적으로도 볼 때 그 경쟁력은 높다고 할 수 있겠다. 또한 활어수송에 필요한 환경조건의 정보를 축적할 수 있고 야채나 화훼의 수송기술에도 깊은 관련성을 가지며 그 파급효과까지 얻을 수 있다고 하겠다.

## 2. 저온 컨테이너 제작 및 실험방법

Fig.1, 2는 본 연구를 위해 제작한 저온 유수

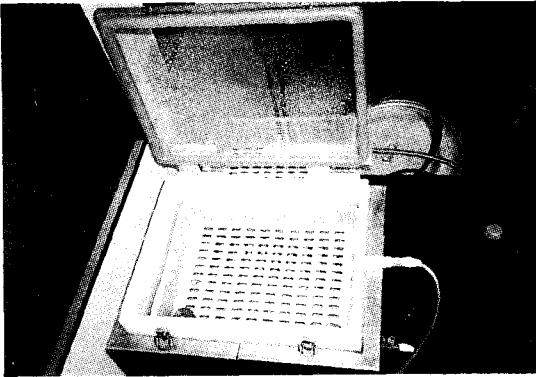


Fig.1 Photographic view of low temperature container in experimental apparatus

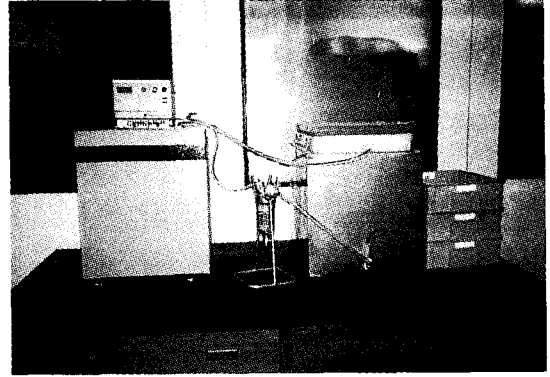


Fig.3 Photographic view of the experimental apparatus

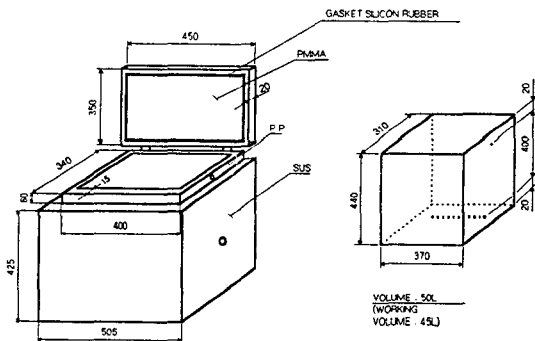


Fig.2 Low temperature container

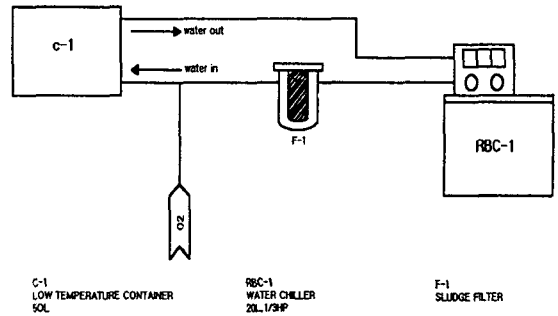


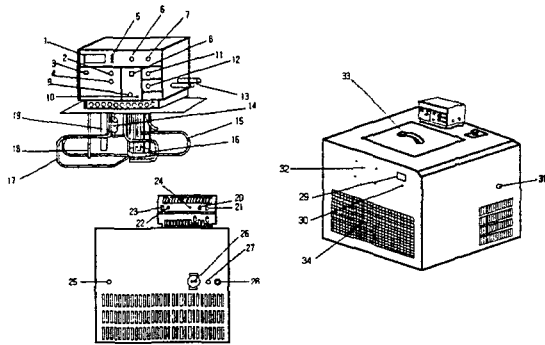
Fig.4 Schematic diagram of experimental apparatus

컨테이너이고, Fig.3, 4는 본 연구에서 사용된 실험장치의 개략도이다. 저온 유수 컨테이너내에는 활어를 겹쳐 넣을 수 있도록 서랍형태의 수납적재대를 만들었다. 또한 워터 칠러(water chiller)는 저온 컨테이너의 온도를 일정한 저온으로 유지시키며 다양한 온도로 실험을 할 수 있도록 온도조절이 가능하게 하였다. 공기공급의 유무상태를 확인할 수 있는 개폐밸브를 설치하였다.

Fig.5는 본 연구를 위해 제작한 워터 칠러이고 주요 기능부위는 다음과 같다. 설정온도 또는 현재 온도를 설정할 수 있는 버튼(button, 2)이 있고, (4)번 다이얼(dial)은 설정온도를 변환시키는 장치이다. (11)번 스위치는 히터(heater)를 작동시키고자 할 때 사용하고, (15)번은 워터 칠러내의 수위

가 낮아지면 경고음이 울리면서 가열이 중지되도록 되어 있는 안전장치이다. (16)번 펌프는 워터 칠러 내부를 강력하게 교반하여 주고 외부 기기에 항온액을 공급하여 주기도하는 펌프이다. (22)번 펌프량 조절 선택 수위치를 시계방향으로 돌리면 (13)번의 콘센트에 펌프량 조절 장치를 부착하여 펌프량을 조절하여 사용할 수 있으며, 반시계 방향으로 돌리면 일정하게 펌프한다. (28)번은 220V 전원의 연결구이며, (29)번은 냉동기 전원스위치이다.

일반적으로 어류는 수온이 저하됨에 따라 운동량 및 호흡량이 줄어든다는 것을 기초로 본 실험은 행해졌다. 따라서 어종 및 온도 강하속도에 따라서 다소 차이는 있겠지만 어느 정도의 일정온도, 즉 한계온도 이하로 내려가면 저온충격을 피하고



1. Digital display 2. Temperature set button 3. Fine temperature set dial 4. Temperature set dial 5. Temperature set/heat/low level 6. Booster heater indicate lamp 7. External sensor lamp 8. Over temperature current cutter lamp 9. Over temperature current breaker 10. Reset button 11. Booster heater switch 12. External sensor switch 13. Tube 14. Heater 15. Water level switch 16. Pump 17. Booster heater 18. Temperature sensor 19. Over temperature limit 20. Head power switch 21. Head power cord 22. Pump water level switch 23. Pump water level consent 24. External sensor port 25. Refrigerating system setup knob 26. Head power consent 27. Resettable current fuse 28. Main power switch 29. Cooling power switch 30. Refrigerating system mode lamp 31. Drain valve 32. Shaking module hose 33. Bath cover 34. Condenser cover

Fig.5 Water chiller

최대의 생존시간을 갖는 온도를 찾고자 하였다. 해수중 넙치의 밀도는 10%(100g/l)로 하고 해수온도를 0℃, 3℃, 5℃, 7℃, 15℃로 변화시키며 넙치가 치사할 때까지 각각의 용존산소량, 암모니아 및 질산염 생성량, 그리고 치사시간등을 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

본 연구에 적합한 소형, 경량의 저온 유수 컨테이너를 제작하여 넙치의 밀도를 10%(100g/l)로 하고, 컨테이너내의 해수온도를 각각 0℃, 3℃, 5℃, 7℃, 15℃로 변화시키면서 해수중의 용존산소량 감소, 암모니아 및 질산염 생성량, 그리고 치사시간을 검토하였다.

Fig.6은 산소공급을 하지 않고 저장온도를 변화시키면서 해수중의 용존산소량을 측정한 결과이다. 0℃에서는 용존산소량의 변화가 적은 반면에 15℃에서는 급격한 감소를 보인다. 따라서 용존산소량은 해수온이 높을수록 빠르게 저하되는 것으로 측정되었다. 이는 어류와 같은 변온동물의 호흡에 의한 산소소비량은 수온에 영향을 받는다. 즉 수온이 높을수록 산소소비량이 많아지고 저온이 되면 소비량의 줄어든다는 사실과 일치하였다. 또한, 넙치는 15℃에서 360분, 7℃에서 460분, 그리고 5℃

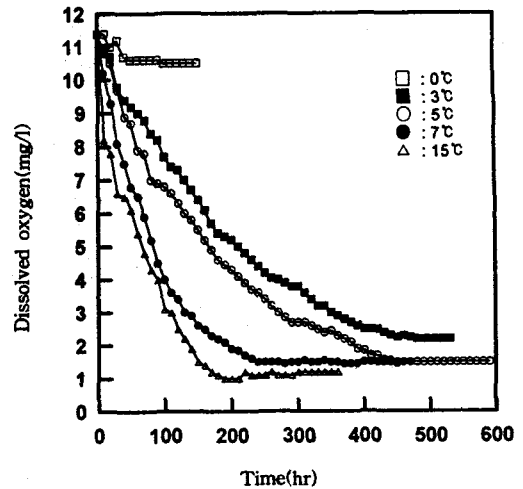


Fig.6 The amount of dissolved oxygen in seawater versus time for various temperature condition(density 10%) : non-air supplying condition

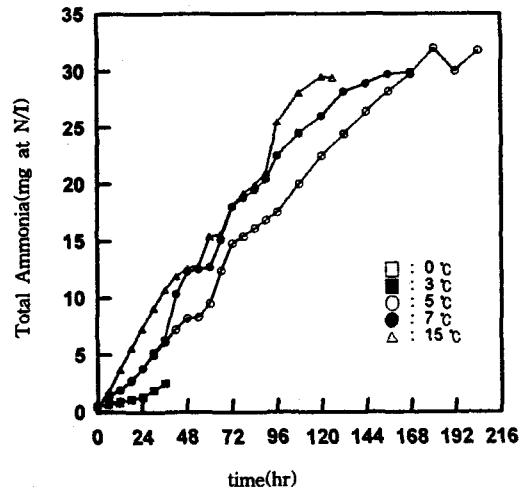


Fig.7 The amount of total ammonia in seawater versus time for various temperature condition(density 10%) : air supplying condition

에서 590분 후에 치사하였다. 한편, 3℃에서의 용존산소량은 약 2.3mg/l 까지 저하하였고 520분 후에 치사하였다. 그리고 0℃에서는 용존산소량의 저하가 거의 없는데 반하여, 치사시까지의 시간이 가장 짧은 것은 용존산소량의 부족때문이 아니고, 저온 충격에 의한 치사로 생각된다. 마찬가지로 3℃

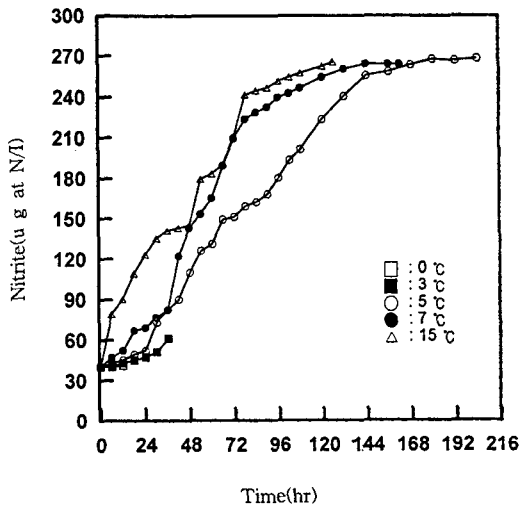


Fig.8 The amount of nitrite in seawater versus time for various temperature condition(density 10%) : air supplying condition

저장에서도 저온충격의 영향을 받은 것으로 생각된다. 그러나, 5°C, 7°C, 및 15°C 저장에서는 용존 산소량의 부족 때문에 치사한 것으로 판단된다.

Fig.7, 8은 여러 온도로 조정된 일정량의 해수(넙치의 밀도: 100g/l)중에 산소를 공급하면서 해수중의 암모니아(Fig.7) 및 질산염(Fig.8)의 변화를 측정한 결과이다. 저장온도가 높을수록 해수중의 암모니아 및 질산염 생성량이 각각 약 30mg/l, 265mg/l 까지 상승하였으며, 15°C에서는 124시간, 7°C에서는 165시간, 그리고 5°C에서는 205시간 후에 넙치가 치사하였다. 이러한 결과를 볼 때 해수중 암모니아 화합물의 독성에 대한 반응은 어중에 따라서 다르게 반응하겠지만 일반적으로 수산동물에게는 30mg/l 정도가 되면 치사한다는 보고와 일치하였다.<sup>(5)</sup> 한편, 3°C 저장에서는 암모니아 및 질산염 생성량이 약간 관찰되었으며 36시간 후에 치사하였고, 0°C 저장에서는 암모니아 및 질산염의 생성이 없었으며 10시간 후에 치사하였다.

#### 4. 결 론

활어수송을 위한 소형, 경량의 고밀도 수송 저온 무수 컨테이너 개발을 위한 기초 연구로써, 저

온 유수 컨테이너를 제작하였다. 활어로써 넙치를 사용하고 온도를 0°C, 3°C, 5°C, 7°C, 15°C로 변화시키며 해수중의 용존산소량, 암모니아 및 질산염 생성량 그리고 치사시간을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 저장온도가 높을수록 해수중의 용존산소량의 저하가 빨랐다.
- 2) 넙치가 3°C 이하에서는 저온충격으로 치사한다는 것을 알았다.
- 3) 일반적으로 수산동물은 암모니아 화합물의 농도가 30mg/l 정도에서 치사한다는 사실을 확인할 수 있었다.
- 4) 결론적으로, 5°C에서 가장 긴 생존시간을 보였으며 저온충격도 피할 수 있는 온도가 된다는 것을 알 수 있었다.

#### 후 기

본 연구는 1996년도 교육부 학술연구조성비(ME 96-A-12)에 의하여 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사의 뜻을 표합니다.

#### 참 고 문 헌

1. Chun, K. S., 1980, "Cold anaesthesia of tropical fish", Bull. Japan. Soc. Fish., Vol. 46, No. 3, pp. 391~392.
2. Ferreira, J. T., Schoonbee and G. L. Smith., 1984, "The use of benzocaine-hydrochloride as an aid in the trasport of fish", Aquaculture, 42, pp. 169~174.
3. Hatting J., 1977, "The effect of tricane-methanesulphonate(MS222) on the micro-haematocrit of fish blood", J. Fish Biol., 10, pp. 453~455.
4. 김옥용, 조영제, 1993, "넙치육의 사후 조기변화. 1. 사후 조기 변화와 온도 의존성의 관계. 한수지", 한국수산학회지, Vol. 26, No. 5, pp. 403~408.
5. 川本信之, 1977, 魚類生理, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 306~317.