

水産物 低温輸送의 最適方法에 関한 研究

I. 고등어의 氷藏輸送

許宗和* · 咸洛癸* · 李鍾甲** · 崔善弘*** · 金鎮國*

Studies on the Optimum Method of Cold Transport of Marine Products

I. Transport of Iced Mackerel

Jong-wha Hur · Nack-kie Sung · Jong-Gap Lee · Sun-Hong Choi · Jin-kook Kim

Abstract

The optimum methods of transport of fresh mackerel caught at korean coast and neighboring sea were investigated.

The quality of mackerel after 3 day-stored with ice showed that the freshness were still kept.

The temperature fluctuation of mackerel during transport with ice from Busan to Seoul indicated below 5°C, recommended by I.I.R.

Heat loss of iced mackerel in transit was calculated and converted into ice weight in case of cargo truck and insulated truck.

It was assumed that the semi-dressed mackerels were more effective and economic than the round ones during transport.

1. 結 論

고등어는 우리나라의 연근해에서 많이 어획되며(1978년, 99,519t), 오래전부터 국민의 동물성 단백질의 공급에 중요한 몫을 차지하고 있으며, 소비자의 기호에 따라 70% 이상이 鮮魚로, 나머지는 냉동(27%), 통조림(5%), 염장품 등의 형태로 소비되고 있다. 선어로 流通될 때의 수송은 거의 氷藏에 의존하고 있고, 그 유통량이 7~10월 4개월에 50~60%가 집중되므로 선어의 선도유지가 중요한 문제가 아닐

수 없다.)

고등어는 비교적 脂肪質이 많아서 산화와 부패가 쉬우며 부패에 의한 histamine의 생성으로 식중독의 우려가 있으므로 대부분이 저온 처리에 의해 품질을 유지하고 있다.

고등어 및 저온에 관해서는 동결 고등어의 품질 유지에 관한 연구³⁾와 어상자의 단결효과에 관한 보고⁴⁾, 도미의 수송중의 pH와 전기저항 변화 및 어상자와 Dry Ice에 의한 철도수송이 오징어의 선도에 미치는 영향^{5),6)}에 관한 보고가 발표된 바 있다.

본 연구에서는 고등어의 양륙에서부터 소비지 어시장에 이르는 과정에 있어서 빙장수송의 온도변화를 중심으로 빙장수송의 최적방법을 알고

* 慶尙大學校 食品加工學科

** 東義工業專門大學 食品工業科

*** 韓國冷蔵株式會社

자 하였다.

2. 實驗方法

1) 재 료

1979년 8월 22일 부산공동어시장에 양륙된 고등어(*Scomber japonicus* HOUTTUYN)를 빙장수송(30분간) 후 3일간 빙장(0~5°C) 및 동결(-20°C) 저장하여 품질특정용 재료로 하였고, 9월 1일 양륙된 고등어를 빙장수송에 사용하였다.

2) 품질특정

생태검사는 고등어의 각 부위의 길이를 잔후 Round, Semi-Dressed, Dressed, Pan-Dressed, Fillet 상태로 각각의 무게를 달았으며, pH는 유리전극 pH Meter로, 硬度는 시료의 두께를 1cm로 하여 Hardness Tester로, Drip는 동결시료를 10°C이하의 流水解凍후, 여지로 싸서 냉장고에서 무게를 달았고, VBN은 Shewan의 방법⁷⁾에 의하였으며, Amino-N은 A.O.A.C.법⁸⁾에 준하였다. 濁度는 시료육에 10배의 물을 가하여 1% NaCl 첨가후 10분동안 끓인후 Turbidity Tester로 재었으며, Total Count는 A.P.H.A.법⁹⁾에 의한 표준한천평판법으로 측정하였다.

3) 냉각실험

전장 약 37cm, 무게 510g 정도 크기의 고등어를 Round와 Semi-Dressed로 碎氷(0°C)과 半送風式凍結(-20°C) 및 Sandivik Steel Belt Freezing (Air -30°C, Brine -37°C)의 3가지 방법으로, 고등어 背部位에 열전대를 꽂고 자동기록계로 어체 중심온도를 측정하였다.

4) 빙장수송 과정의 온도측정

고등어는 대부분 일반트럭에 빙장수송하는 실정이므로, 이 방법에 따라 8t 트럭에 고등어 400상자(8t)에 새빙 약 4t을 상자위에 뿌

린후 10단으로 적재하고, 중간위치(5단)에 있는 상자의 어체(A)와, 같은 위치에 Dry Ice 약 2kg과 얼음을 넣은 상자의 어체(B)의 온도 및 외기온도와 각 외벽의 온도를 측정하였다. 온도측정점은 Fig. 1과 같이 정하였고, 온도는 Remote Reading Dial Thermometer (MYCOM TYPE U-1844, No. 60418)의 센서를 측정점에 고정시킨후 선연결에 의해 운전석에서 매시간 측정하고, 알콜온도계로 보조하였다.

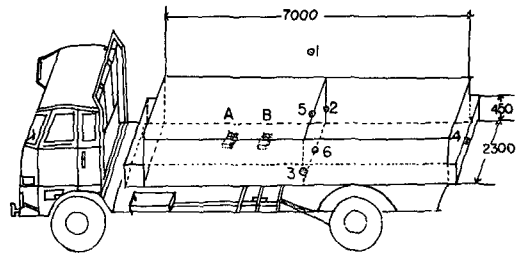


Fig. 1. Measuring Point of Temperature During Transport.

- 1: OUT DOOR 2: EAST 3: WEST
- 4: SOUTH(REAR) 5: TOP 6: BOTTOM
- A: FISH WITH ICE
- B: FISH WITH ICE AND DRY ICE

5) 손실열량 및 소요 얼음량 계산

열량계산은 일반트럭(8t)(적재함, 7.0×2.3×0.45m)과 보병차(8t)(적재함, 6.47×2.22×1.81m)의 2가지 경우에 대하여 다음과 같이 하였다.

1) 초기의 냉각열량(Q_a)

어체의 냉각열량을 Q₁라 하면,

$$Q_1 = W \cdot C_f \cdot (t_1 - t_0) \dots\dots\dots (1)$$

로 나타낼 수 있고, W는 어체중량(kg), C_f는 어체의 비열, t₁은 냉각직전의 어체온도, t₀는 냉각온도이다.

또한 실제의 초기 냉각열량을 Q_a라 하면,

$$Q_a = Q_1 (1 + a_1) \dots\dots\dots (2)$$

로 나타낼 수 있다. a_1 은 자체와 공기함량, 기
타를 고려한 안전도(0.2~1)의 값을 나타낸다.

ㄴ) 주행중의 손실열량(Q_b)

외기로부터 적재함으로의 열전달량은 보온설
비가 좋은 보냉차를 이용하는 경우와 일반트럭
을 이용하는 경우 크게 달라진다.

열전달량은

$$Q_2 = U \cdot A \cdot (t_2 - t_0) \dots \dots \dots (3)$$

로 표시할 수 있다. 여기서 U는 평균열관류율,
A는 열전달표면적이고, t_2 와 t_0 는 각각 외기
온도와 내부온도를 나타낸다.

보냉차의 경우 U값은 주로 단열재질과 구조
에 따라 달라지며 현재 사용중인 차량에서 대체
로 0.2~0.8 Kcal/m² h°C의 값을 가지고 있다.¹¹⁾

한편 일반트럭은 고등어수송때 단순히 1~2
층의 포장만을 사용함으로 열관류율은 대체로
차량의 주행에 따른 외기와의 대류 열전달에 의
한 열전달계수와 그 값이 비슷하게 된다.

이때의 열전달계수는 평판에서의 열전달관계
식¹²⁾

$$Nu = \frac{hL}{k} = Pr^{1/3} (0.036 Re^{0.8} - 836) \dots (4)$$

로부터 구할 수 있다. 여기서 h는 평균열전달
계수, L은 주행방향의 길이, k와 Pr은 외기
의 열전도율과 프란틀수를 나타내며, Re는 주
행속도에 따른 외기의 레이놀즈수이다.

일반트럭의 경우 포장에 의한 영향은

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \frac{\Delta x}{k_p} \dots \dots \dots (5)$$

로 볼 수 있으며, 주행시의 실제손실열량(Q_b)
는

$$Q_b = Q_2 \cdot (1 + a_2) \dots \dots \dots (6)$$

로 나타내고, a_2 는 주행시의 차체의 진동과 환
기등을 고려한 안전도 값이다.

소요열음량은 1kg당 80 kcal의 열량으로
계산한다.

6) 유통실태 및 경제성조사

고등어가 양륙후부터 소비될때까지의 유통과
정을 단계별로 실태를 파악하고, Round 와
Semi-Dressed의 유통상 문제점을 검토하고,
경제적인 이익을 조사하였다.

3. 結果 및 考察

1) 품질 측정

고등어의 생체검사의 결과는 Table 1로 나타
냈는데 현재의 Round 상태에 비하여 Semi -
Dressed로 하는 경우 약 21%의 무게감량을
가져올 수 있을 것이다.

고등어는 양륙후 소비될때까지의 유통기간을
대체로 3일 정도로 볼 수 있기 때문에 빙장실험
기간도 이에 준하였다. 실험에 제공된 동결시료
는 해동후 냉장고(5°C)에 30분간 두었다가 사
용하였다.

Table 1. Weight of Pre-handled Mackerel (%)

Round	Semi - dressed	Dressed	Pan- dressed	Fillet
100.0	79.1	67.1	65.5	60.1

품질측정의 결과는 Table 2와 같았는데 빙장
및 동결 3일후에 pH, 硬度, Drip, Amino-N,
VBN, 濁度는 거의 큰차이가 없을만큼 양호하
였으며 선도저하의 기준치 이하를 나타내었다.
생균수는 육에서는 빙장 및 동결 3일후에 검출
되지 않았으며, 부패가 쉬운 내장 또는 표면의
세균수를 검출하기 위하여 통째로 1마리를 1.5
ℓ회석수에 현탁시킨 용액을 시료로 한 결과 3
일후에 빙장한 것은 68배, 동결한 것은 17배
증가 하였음을 나타냈는데 이는 변색이나 부패
취에 다소 관계가 있을 것으로 생각된다. 이 결
과를 보면 선도유지를 위하여 최소한 내장과 아
가미라도 제거하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

그러나 이 결과는 양륙후 3일간 0~5°C에

Table 2. Quality analysis of Mackerel Muscle

	After landing	stored for 3 days	
		0 - 5°C	- 20°C
PH	5.9	5.6	5.7
Hardness	22.5 g/cm ²	22.0 g/cm ²	22.1 g/cm ²
Drip	9.83%	9.95%	9.90%
Amino-N	103.71 mg%	148.8 mg%	151.4 mg%
VB ₁₂	2.59 mg%	2.62 mg%	2.59 mg%
Turbidity muscle	3°	4°	4°
Total count washed water	9.8 × 10 ³	6.8 × 10 ⁷	1.7 × 10 ⁶

저장되었을 경우이며, 소비지 위판후의 유통과정에서 5°C 이상이 유지될 가능성이 크므로 이에 대한 품질저하가 상당할 것으로 추정된다.

국제냉동협회(I. I. R.)는 고등어를 -18°C 이하로 저장할때 최대 상품유지기간을 6개월, 선도 좋은 상태는 2개월로 보았으며, Ke 등³⁾은 고등어를 -26°C에 저장할 경우 초기의 품질을 적어도 4개월간 유지할 수 있으며, 지방이 많은 가을 고등어라도 진공포장하여 -26°C에 저장하면 1년이상 상품가치를 유지할 수 있고, -18°C에서는 6개월이상 가능하다고 하였는데, 우리나라의 고등어는 지방함량이 이보다 훨씬적으므로 진공포장후 -18°C이하를 유지하면 1년 정도는 좋은 품질을 유지할 것으로 기대된다.

2) 냉각 실험

고등어를 Round와 Semi-Dressed로 하여 해빙(0°C), 반송풍식냉동(-20°C), 연속 Steel Belt 동결(-30°C)에 의해 냉각하면서 어체의 중심온도를 측정 한 결과는 Fig. 2로 나타내지는데 Steel Belt의 경우 냉각개시후 1시간내에 최대빙결정생성대를 통과하였고, 반송풍식에선 2시간 30분 소요되었으며, 해빙에는 4시간 이상에서 0°C에 접근하였다. Round와 Semi-Dressed의 냉각속도에는 큰 차이가 없

었다. 그러나 Semi-Dressed에 의해 어체를 냉각시킬때나 주행중에는 내장과 아가미의 열합량만큼의 열량은 절약된다고 볼 수 있을것이다.

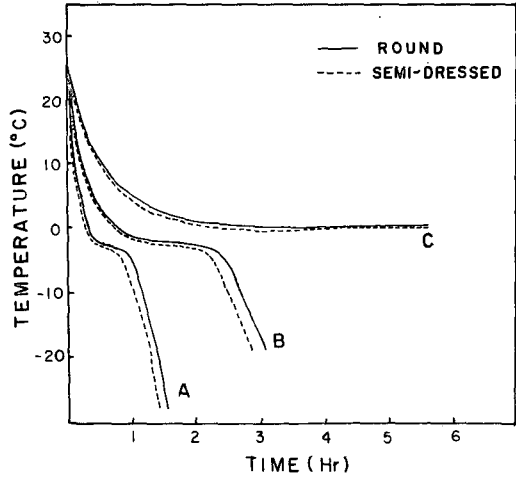


Fig. 2 Cooling Curve of Mackerel:
 A: STEEL BELT FREEZING (-30°C)
 B: AIR BLAST FREEZING (-20°C)
 C: COOLING WITH CRUSHED ICE(0°C)

3) 빙장수송과정의 온도특성

고등어는 양륙때까지 0~-1°C를 유지하다가 세척과 재입상 과정에서 25°C까지 올라갔으나 해빙을 뿌려 적재하면서 온도가 내려가기 시작했는데, 적재완료후 후직 카바로 포장이 끝난후 출발시각(오후 3시)부터의 온도변화를 Fig. 3으로 나타내었다.

이 결과 외기와 외벽은 출발초기에 35°C까지 올라갔으나, 대구근처에서 구름이 끼고, 일사량의 감소에 따라 25~30°C를 유지하다가 비가와서 20~25°C까지 내려가면서 대전울 거쳐 서울에 도착하여 출발 11시간만인 밤 1시에 하역을 하였다.

고등어의 중심온도는 출발 초기에 4°C에서 4~5시간후 1~2°C까지 유지되다가 대전울 지나면서 차츰 상승하여 서울에서의 하역때까지 4°C정도를 유지하여, I. I. R. 권장온도인 2~

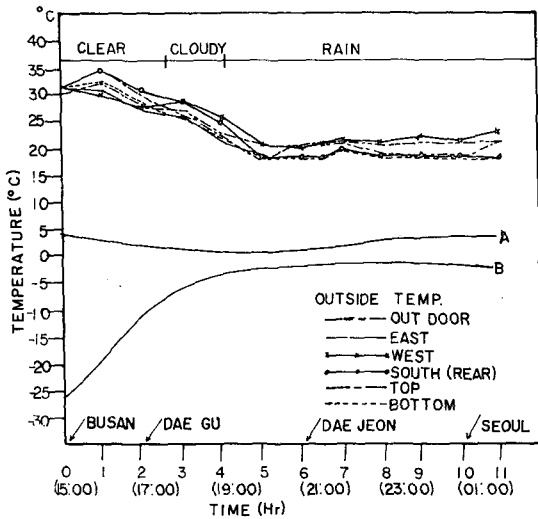


Fig. 3 Temperature Fluctuation During Transport.
A: FISH WITH ICE
B: FISH WITH ICE AND DRY ICE

3 일내의 수송최고온도 조건인 5°C 이하를 유지하였으나 수송온도조건 -1~1°C에는 다소 미치지 못하였다.¹³⁾

빙장에 Dry Ice를 추가한 경우에는 초기에 -40°C 이하였다가 출발직후부터 -25°C 정도에서 4 시간만인 대구와 대전 중간 지점에서부터 -5°C 이상, 그 후는 -2°C 이하를 계속 유지하였다. 그러나 Dry Ice에 의해 고등어는 동결되어 기호성이 적어지므로 바람직하지 못하였다.

서울하역때에 대부분의 새빙은 녹았으나 中下인 4~5 단의 중앙부에 있는 몇상자에만 약간의 얼음이 잔존하였다.

永松⁶⁾은 오징어를 보냉차에 싣고 얼음과 Dry Ice를 천정에 매달아 냉기를 순환시켰을 때 외기가 평균 20°C에서 어체는 상하부 모두가 2°C 이하를 20 시간 유지하였다고 보고했는데, 보냉차를 쓰고 Ice Bank에 Dry Ice를 매달면 전 고내에 수송온도조건인 -1~1°C를 유지할 수 있을것이다. 또 Chattopadhyay 와 Bose⁴⁾는 얼음을 어류사이에 위층에 적게 아래

층에 많이 넣었을때 허용온도인 5°C이하를 유지하는 시간이 Polyethylene Film을 깐 木箱子는 4 시간, Polystyrene lcm를 깐 木箱子는 5 시간, 가운데 목면을 넣은 방수판을 붙인 紙箱子의 경우 10 시간이 유지된 반면, 같은 양의 얼음을 위층에 많이 넣고 아래층에 적게한 경우는 각각 4 시간, 8 시간, 13 시간으로 늘어났다고 보고하였는데, 고등어의 경우 나무상자에 고기를 깐후 그 위에 한층으로만 얼음을 덮으므로 위층에 얼음을 많이 넣은 효과를 나타낸 것으로 보인다. 그러나 저온유지를 위하여 PE 필름이나 단열재가 부착된 방수 魚箱子의 사용에 관한 방법이 개발되면 단열과 선도유지 및 오염방지에 유익할것이다.

본 실험에서 트럭안 각부위 전어체의 온도를 결정할 수는 없지만 수송후 관능적으로도 품질이 좋았던 점으로 미루어 현재의 방법에 의해서도 온도는 잘 유지되었다고 볼 수 있으나, 얼음이 녹아서 내장과 아가미, 점질등에 의해 오염된 물이 다른 상자의 고등어와 고속도로면에 오염되는 것은 적절히 시정되어야 할것이다.

4) 손실열량 및 소요얼음량 계산

가) 초기 냉각열량(Q₀)

8 t의 어체(25°C)를 0°C까지 낮추는에는 고등어의 비열을 0.76 kcal/kg으로 보면(1) 식에서

$$Q_1 = 8,000 \times 0.76 \times (25 - 0) = 152,000 \text{ kcal}$$

으로 나타나는데,

i) 일반트럭의 경우

차체와 외부공기영향등을 고려하여 a₁=1로 보면,

$$Q_a = 304,000 \text{ kcal (얼음량 3,800 kg)}$$

이 소요되며

ii) 보냉차의 경우

차체가 단열벽에 의해 다소 냉각상태를 유지하는 것으로 보아 a₁=0.4로 보면,

$$Q_a = 212,800 \text{ kcal (얼음량 2,660 kg)}$$

이 소요된다.

나) 주행중의 손실열량(Q_b)

주행중 열손실은 (3) (4)식에 의하여 계산하면 다음과 같다. 사용된 적재함의 크기는 상기한 바와 같으며, 주행속도는 60km/h (16.6m/s), 그리고 계산에 사용된 물성치는 아래와 같다.

$$k = 0.022 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$P_r = 0.71$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = 0.16 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (동점성계수)}$$

i) 화물트럭의 경우

$$h = \frac{k}{L} P_r^{1/3} (0.036 \text{ Re}^{0.8} - 8.36)$$

$$= \frac{0.022}{7.0} (0.71)^{1/3} \left\{ 0.036 \left(\frac{16.6 \times 7.0}{0.16 \times 10^{-4}} \right)^{0.8} - 836 \right\}$$

$$= 29.0 (\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C})$$

여기서 시트포장에 의한 영향을 고려하여 $k_p = 0.3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $\Delta x = 2 \text{ mm}$ 로 보면 (5)식에서

$$U = \frac{1}{\frac{1}{29} + \frac{2 \times 10^{-3}}{0.3}} = 24.3 (\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C})$$

가 된다.

주행에 의한 대류열전달을 천정과 두측벽만 고려하고, 외기온도(t_2)를 평균 30°C, $a_3 = 0.3$ 으로 보면,

$$\begin{aligned} Q_b &= U \cdot A \cdot (t_2 - t_0) \cdot (1 + a_3) \\ &= 29.0 \times 31.85 \times 30 \times 1.3 \\ &= 36,022 (\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

가 되며

ii) 보냉차의 경우

$$h = \frac{0.022}{6.47} \cdot (0.71)^{1/3} \left\{ 0.036 \left(\frac{16.6 \times 6.47}{0.16 \times 10^{-4}} \right)^{0.8} - 836 \right\}$$

$$= 29.0 (\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C})$$

단열벽의 영향을 고려하여 평균 $k_p = 0.5$

$\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$, $\Delta x = 100 \text{ mm}$, $a_3 = 0.3$ 으로 보면,

$$U = 4.3$$

$$\begin{aligned} \therefore Q_b &= U \cdot A \cdot (t_2 - t_0) \cdot (1 + a_4) \\ &= 6,339 (\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

가 된다.

이상의 계산치에서 보면 부산~서울간(10시간)에 있어서 전 냉각열량(Q_T)과 얼음량은, Q_T = Q_a + Q_b 에서 일반트럭의 경우 Q_T = 304,000 + 36,022 × 10 = 664,220 kcal (얼음 8,302 kg) 보냉차의 경우 Q_T = 212,800 + 6,339 × 10 = 276,190 kcal (얼음 3,452 kg) 예측된다.

대구, 대전간에도 수송시간에 따라 같은 방법으로 예측될 수 있다.

일반트럭의 경우 수산청에서 권장하고 있는 어류:얼음 = 1 : 1 (여름철)과 성수기의 1 : 1.5 부합되며, 보냉차의 경우는 1 : 0.4 로도 가능하다고 본다.

보냉차에 의해서 얼음량이 많이 절약되고 있으나 실제 보냉차의 경우 운임이 2배가량 비싸데다, 일반트럭처럼 어상자를 고정시킬 수 없어 이로 인한 마찰과 진동의 영향을 다소 고려해 줄것이 요망된다.

5) 유통실태 및 경제성 검토

고등어는 선어로 연간 약 7만t가량이 유통되는데, 동결고등어는 기호가 나빠 선어의 1/3 값에도 소비되지 않는 경향이므로 대부분 선어로 빙장수송 되고있다. 고등어는 양륙후 Round로 세척하고 5호 木箱子에 再入箱후 6~7단계의 유통과정을 거쳐 평균 29시간 이후에 소비자에게 공급되고 있으며, 특히 선도저하의 우려가 많은 수송 및 소비지공판장 대기시간(10~15시간)과 소매판매기간(1~2일간 추정)때의 온도상승으로 선도유지에 문제가 있다.

또한 부산~서울간 수송의 평균 비용을 보면 운반비(16%, 약 10만원), 얼음값(10%, 약 5만원) 등이 큰 비중을 차지하고 있다.

고등어수송의 최적 방법으로서 수송전에 Semi-Dressed 를 하고 빙장수송의 방법을 개

신함으로써, 제거된 내장과 아가미 무게에 해당하는 21%의 운반비와 얼음의 절약이 가능하고, 부 착세균의 억제로 인해 선도를 높일 수 있으며, 내장의 魚粉化와 오염방지등 다각적인 경제성을 추가할 수 있을 것이다.

양육후의 재입상을 생략하여 바로 5호상자에 기준량인 20kg정도를 넣는 등 유통의 규격화¹⁶⁾, 신속화가 요구되며, 단열성과 위생면에서 우수한 포장용기의 개발과 보냉차의 이용이 권장되고 모든 유통과정의 저온화(Cold Chain)가 이루어져야 할 것이다.

4. 結 論

고등어를 빙장수송하는 과정에서 일반트럭을 사용하는 경우에도 부산에서 서울까지 I. I. R. 권장최고온도인 5°C이하를 유지하였으나, -1

~1°C는 유지되며 않았으며, 5°C 이하에 3일간 빙장한 고등어의 품질은 양호하였다.

수송전에 Semi-Dressed 처리와 제시된 수송 방법에 의해서, 운반비와 얼음을 절약하고 높은 선도를 유지하며 내장의 사료화와 오염방지에 의한 경제성을 높일 수 있을것이 기대된다.

고등어 수송시간에 따른 소요얼음량을 간단한 방법에 의해 계산하여 일반트럭과 보냉차에 적용할 수 있게 시도해 보았다.

本 研究는 1979년도 産學協同財團의 研究費支給에 의해 수행되었음을 밝히며, 실험에 편의를 제공해 주신 大林水産 釜山工場의 李順天常務님과 林桂守次長님, 釜山共同魚市場의 여러분과 실험을 도와준 本 大學校 食品工學室의 學生들에게 감사를 드린다.

參 考 文 獻

1. 농수산부 : 수산 통계 연보 (1979).
2. 大竹茂夫 : サバの生き腐れの生化學 機構, New Food Ind., 21(10) 54-61(1979).
3. Ke, P. t. et al : Quality Preservation in Frozen Mackerel, J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment, 9 (3) 135-138 (1976).
4. Chattopadhyay, P. and A. N. Bose : Computation of Insulation Efficiencies of Fish Transport Containers, J. Food Sci., 39 1006-1009 (1974).
5. 永松 貢 : 魚の輸送 - I, 魚の電氣抵抗에의 經時的 變化, 日水會誌, 26 (8) 771~777 (1960).
6. 永松 貢 : 魚の輸送 - II, 魚箱およびドライ・アイスの鐵道輸送 鮮度に及ぼす影響, 日水會誌, 40 (8) 759-765 (1974).
7. Shewan, J. M. : The Species of Fish to be Considered and the Methods of Estimating TMA, F. A. O. Fisheries Reports, (81) 39-40 (1969).
8. A. O. A. C. : Methods of Analysis of the A. O. A. C. (9th ed.) pp. 301, 697(1960).
9. A. P. H. A. : Recommended Procedure for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish (3rd ed.), Amer. Pub. Health Assoc., pp. 1-50(1962).
10. A. S. H. R. A. E. Guide and Data Book : Applications, pp. 478-494, (1968).
11. 獸田長治 : 食品の定温輸送, pp. 126-166, 187-198 光琳書院 (1973).
12. Holman, J. p. : Heat Transfer (3rd ed.) pp. 153. McGraw-Hill (1972).
13. I. I. R. : Recommended Conditions for Land Transport of Perishable Food-stuffs (2nd ed.), Paris (1963).
14. 食品の低温管理, pp. 285-6 農林統計協會 (1975).
15. 부산 공동어시장 자료 : 1979년도 수산물 유통추적조사 결과보고 (2/4분기), (1979).
16. 韓國産業開發研究所 : 流通構造改善 基本對策方案 調事研究, pp. 691-698 (1979).