

<技術資料>



## 生鮮魚의 品質維持를 爲한 部分 凍結 低溫管理

Partial freezing techniques of fish for quality retention

李 聖 甲\*

Rhee, Seong Kap

### 1. 머리말

수산물은 옛부터 우리나라의 중요한 동물성 단백질의 보급원으로 이용되어 왔다.

국가경제의 성장과 국민소득수준의 향상에 따라 전통적인 곡류위주의 입식(粒食) 생활방식에서 점차 변화를 가져오고 있어 수산물의 수요는 매년 증가되고 있다. 그리하여 식량소비의 pattern이 식물성 식품에만 편중되던 우리국민에게 양질의 동물성 단백질을 충분히 공급하는 문제는 우리가 해결하여야 할 긴요한 과제의 하나이다.

우리나라의 자연적여건이나 사회경제적인 조건을 고려할 때 축산물의 비약적인 증산은 기대하기 어려운 실정이므로 동물성 단백질의 공급원으로서의 수산물의 비중은 앞으로 더욱 가중될 것이다. 현재도 우리나라의 국민 1인당 1일 단백질 소요량의 50% 이상을 수산물에서 공급하고 있다. 그러나 식량자원으로서 수산물의 생산은 점점 불투명한 경향이다. 이같은 여건하에서 어획한 어류는 부폐변질이 속령적으로 빠르기 때문에 이의 발생을 저연 또는 예방할 수 있는 각종 방안이 고려되나 그중 가장 실용적인 방법은 저온하의 관리이다.

이와 같은 수산물은 우리들자신의 단백질 영양소라고 생각하고 먹는 사람은 없다. 단지 각 개인의 기호에 따른 어류로서 먹고 있다. 인간은 같은 척추동물로서 양식잉어나 송어는 단백질이 풍부한 pallet 사료로 사육하여 인간척추동물은 이를 식용한다. 수산물은 축육에서 구할 수 없는 다양한 선택성이 있고 한국인의 수산물에 대한 4계절 다양한 식물(食物)문화를 이루어 왔다.

더욱이 이의 다양성과 식물문화는 공통적인 특성을 갖고 있다. 그것은 어패류의 품질로서 선도(鮮度)이다.

냉동이나 가공품에서도 선도는 제품의 품질을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

이와 같이 어류의 선도는 중요문제가 되고 우리나라의 경우 선도유지는 불안전한 것이 오늘의 현실이다. 이러한 것을 문제로 하기 보다 품질을 수량으로 cover 하려는 수단이 오랫동안 피해를 가져왔고 그 대표적인 예는 자원보호 없이 남획하는 현실이 문제가 된다.

### 2. 선도유지의 실태

어패류가운데서도 식료공급면에서 중요한 것은 어류로서 그의 cold chain은 어획조업에서 시작하였다. 더욱이 어획물의 선내·선도유지는

\* 產業應用技術士(食品製造加工), 국립안성농업전문대학 식품제조과 교수. 농학박사

chain의 시초가 된다. 어류의 배안의 선도유치는 두가지 방법으로 빙장과 냉동이 있다. 이들 방법의 선택은 어종이 좌우한다. 즉 어류의 저장은 빙장이나, 냉동에서 선택할 수 밖에 없다. 빙장은 대구, 도미, 조기 등의 저서류(底魚類)에 또한 냉동은 참치, 다랑어, 명태 같은 회유성 어류에 이용된다. 결국, 저인망어선이나 Trawl 어업에서는 빙장을, 원양어업에서는 냉동으로 저장시키고 있다.

그 이유는 역시 충분히 해명되지 않았으나 어육의 조직화학도 포함된 단백질의 성질에 기인된다고 생각된다. 빙장시키지 않은 어류는 비내동성(非耐凍性)의 어류로서 내동성(耐凍性) 있는 참치보다 단백질의 변성이 용이하다. 실제로 Trawl 망으로 잡은 조기, 참돔을  $-80^{\circ}\text{C}$ 에서 급속동결시켜  $-40^{\circ}\text{C}$ 에 1개월저장하여 어묵을 제조해 보았을 때 제품의 탄력은 크게 떨어지지 않았다. 냉동저장 중 단백질은 변성(질)하게 된다. 이와 같이 어육 단백질은 종류에 따라 현저하게 성질에 차이가 있다. 그러나 비내동성(非耐凍性)의 저생어(底生魚)에는 선도가 떨어지고 경우에 따라서는 부패가 유발되어도 빙장저장의는 없다.

물고기 선도의 본질은 살아있는 상태의 것을 뜻하며 이 경우는 세균작용과는 관계가 없게 된다. 생체를 판정하는 실용적 척도로서 선도판정 함수인 K-value가 있다. 이것으로 조사해 보면 바로 죽은 어(即殺魚)의 K 치는 5%전후, 자신(刺身)어는 약 20%, 시판일반생선어류는 30~40%, 그리하여 이 수치가 50~70%가 되는 것은 선도가 보통이나 곧 부패가 일어나는 정도이다. 이와 같은 조사로서 K 치를 사용하여 각종 어류의 빙장한계를 알 수 있다.

그림 1은 명태, 대구, 다랑어, 잉어, 방어, 참돔 등 어느것도 살아 있는 것을 즉살(即殺)시켜 충분히 열음을 채워저장 할때의 K 치변화는 어종에 따라 현저하게 차이가 있어 대구류는 특히 신속하였다.

잉어, 방어, 참돔은 완만하여 그들의 자신(刺身)으로서 한계치(20%)로서는 약 8일 정도였다.

명태는 가장 선도저하가 빠른 어종의 하나

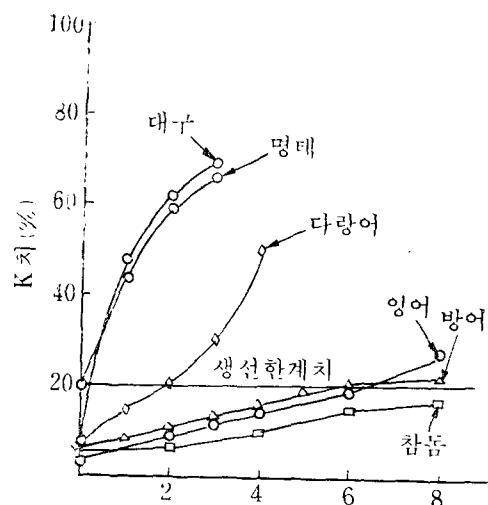


그림 1. 즉살어류의 빙장중 K 치 변화

이다.

겨울철 어획한 명태를 충분히 열음을 채워저장하면서 경시적으로 K 치 변화와 부폐생성물인 Trimethylamine-N(TMA-N)을 측정한 결과를 그림 2에서 보면 생선어로서는 2일. 부폐도 달까지는 약 8일이고 10일 이후가 되면 TMAN의 급증은 수반되지 않고 완전히 부폐가 되었다. 본실험은 충분히 열음을 채웠기 때문에 어체온은 약  $0^{\circ}\text{C}$ 가 가장 좋았으나 실제의 어업에서는 열음으로서 핫상  $0^{\circ}\text{C}$ 에 보존하기는 곤

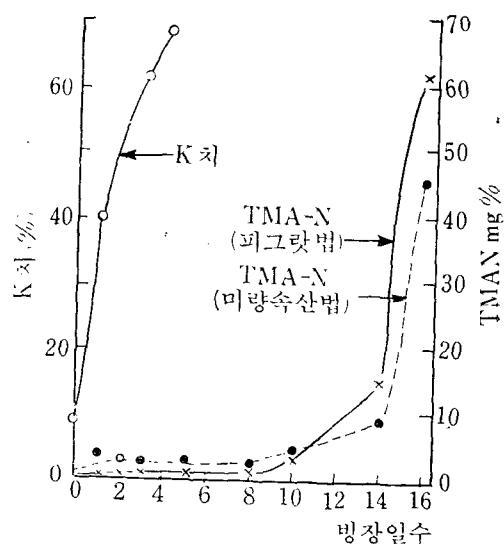


그림 2. 즉살명태의 빙장중선도 저하

반하다. 이점을 감안하여 근해선의 조업일수는 평균 2주간, 개중에는 3주간이상으로 하고 있다. 즉 명태를 부패한계 이상으로 선내에 빙장 하려 할 때 부패가 일어나는 것은 당연하다. 따라서 부패된 어류는 수세하여 부패물질을 제거하고 물에 불용인 단백질을 모아 어묵원료로서 연육가공을 하게된다. 수세에 의한 가공처리는 단백질의 이용율을 현저하게 저하시킨다. 현재 원양어선은 선상 연유가공처리시설을 갖추어 바로 선상연육을 제조하여 냉동보관후 수송하여 이용함으로써 부폐에 의한 손실이나 단백질의 변성을 완전히 방지할 수 있다.

어류가 살아있을 때는 세균문제가 없으나 죽는 순간부터 미생물의 오염변폐가 우려된다. 이를 증명하기 위한 시험으로 생선어를 죽여 표피를 알콜로 살균후 무균의 균육을 채취하여 살균시험판내에서 빙장할때의 균수는 물론 부폐생산률의 증가는 없다. 그러나 균육내물질은 변화가 일어나 생선도는 현저히 저하를 가져온다. 이의 저하속도는 어종에 따라 다르고 이의 속도가 서로 다른을 전제로 하여 부폐가 일어난다. 따라서 어업의 실제적 입장에서 볼 때 선도저하에는 두가지 요인이 관여된다.

첫째요인은 어류자체의 생화학적 변화뒤에 일어나는 부폐이다.

전자는 enzymatic freshness이고 후자는 bacterial freshness로 규정할 수 있다.

어류의 선도는 enzymatic freshness가 본체이고 생선어로서의 가치를 완전히 소실되는 것은 세균에 의한 부폐현상이다. 여기서 빙장법의 결정적 한계가 있다.

빙장어의 균육을 채취하여 보통 한천배지에서 생균수를 측정하는데 한편은  $37^{\circ}\text{C}$ 에서, 다른편은  $25^{\circ}\text{C}$ 에 배양해보면 일반적으로  $25^{\circ}\text{C}$  배양쪽에서 세균수가 많다. 더욱이 샤파두경을 열때도  $25^{\circ}\text{C}$  배양한 것이 더욱 부폐취가 강하게 난다. 이것은 소위 호냉세균의 번식에 기인되는 것으로 이것들을 어폐류의 부폐세균이라 한다. 이때문에 빙장기술의 합리화는  $0^{\circ}\text{C}$ 부근에서 저장한계의 명확화, 저온에 따른 방부제사용의 의의등의 재검토가 지적된 이래 10년을 경과된 유제품에서와 같이 획기적인 성과는 없다. 그 이유

는 유제품쪽 같은 유통체계에서도 일반적인 어류에는 호냉성세균의 오염이 되기 때문이다. 이와같은 현실을 직시할 때 종래의 세균학에서 볼 때 생선어류의 선도유지에 관한 각종제안은 그의 논리적근거가 극히 희박한것으로 단정된다.

### 3. 부분 동결기술(partial freezing)

1965년 Tomlinson의 제안한 어류부분동결기술로 개발된 것으로 통조림원료인 pacific salmon을 빙장할 때 단백분해효소에 의한 belly-burn(배부분 그을음현상)을 이르키거나 또는 거절이 변질되는 것을 방지하기 위하여  $-3.8^{\circ}\text{C}$ ,  $-1.7^{\circ}\text{C}$ 에 저장한후의 효과를 검토한 것이 시초이다.

그러나 이 방법은 drip 양이 많은 점등 문제점이 많아 그후 생화학적 연구보다도 어류의 저장법으로서의 기술연구가 각국에서 계속되었다.

부분냉동의 온도를 어느 정도로 하는가는 이 방법의 중요한 문제이나 하나의 point는 저장기간에 의해 결정하는 것이다. 근해 연안어업의 예에서 보면 조업은 1~3주간으로(원양어업은 예외로 하고) 단기간이다. 금후 200해리 이내의 어업에서 하나의 중점적으로 할 것은 이의 조업일수를 대폭연장하는 것이다. 담수어의 예로는 출하에서 소비까지 일주간이면 충분한 것으로 알려졌다. 이와같이 단기저장은 여하간 빙장을 중심으로 선내 선도유지를 시켜야 한다. 그리하여 우선 연구목표를 1~3주간 저장하는 것이다.

어류근육의 선도저하는 세포생화학적으로는 조직세포의 자기붕괴(autodegradation)라고 해석

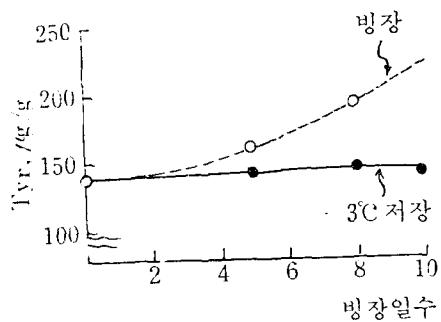


그림 3. 농어근육의 빙장 및 부분냉동저장중 유리아미노산생성

된다. 이러한 견해는 여러가지이나 유리 아미노산의 생성을 보는 것은 가장 간편하다. 그림 3.에서 즉시시킨 농어근육의 유리아미노산 생성을 빙장과 부분냉동(P.F)법과 비교한 것으로  $-3^{\circ}\text{C}$  부분냉동에서는 10일 사이에 증가가 없다. 같은 실험을  $-2^{\circ}\text{C}$ 에서 실시해도 빙장과 차이는 현저하지 않고 이와 같은 과정각하의 작은  $-1^{\circ}\text{C}$  차이는 근육내 물질의 대사활성에 현저한 영향을 주는 것으로 알려졌다. 물론 온도별로 생화학적 변화는 아미노산만이 아니고 해당효소와의 관계 등 흥미있는 일이 많으나  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서의 부분냉동법을 검토하기로 한다.

### partial freezing 과 세균

먼저 어류의 부패와 호냉세균에 관해 기술한 바와 같이 이들의 한무리(一群)는 저온이 최적 생육온도가 되는 것은 아니다.  $0^{\circ}\text{C}$ 에서도 세대기간(generation time)이 48시간 이내에 있는 것이라고 정의된다. 어육소세지의 변패균의 일종인 *Bacillus* 속은 중온균으로 정의되고 저온에서는 도저히 호냉세균과 같은 분열이 되지 않는다.

그리하여 호냉세균이라도 과정각하에서는 현저하게 억제되는 것으로 고려된다. 적어도 부패 어육의 생균수는 근육 1g 중  $10^6$  정도의 균수를 나타내며 그 균수증대는  $0^{\circ}\text{C}$ 와  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서는 현저한 차이가 있다. 그래서 어육의 부패생산물인 Trimethylamine의 생성을 빙장과 부분동결(P.F)법을 비교해 보면  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서는 전혀 증가가 되지 않으나 빙장에서는 5일 이후 급증되었다. 세균대사생산물의 양은 세균수의 증가와 평행관계에 있고 P.F 법에서는 분열이 전혀 없었다. 적어도 부폐방지의 면에서 부분냉동법이 빙장법에 비하여 탁월한 효과가 인정되었다.

### ◦ Partial freezing 과 ATP 관련화합물.

어류의 사후 근육 ATP가  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} \rightarrow \text{AMP} \rightarrow \text{IMP} \rightarrow \text{HxR}$  (inosine)  $\rightarrow \text{Hx}$  (Hypoxanthine)의 경로로 분해되는데 이것을 생선도 판정의 생화학적 기초로 이용할 수 있다. 그의 한예로 근육내의 작용을 보면 그림 4와 같다.

주목되는 것은 ATP, ADP, AMP 까지의 Ade-

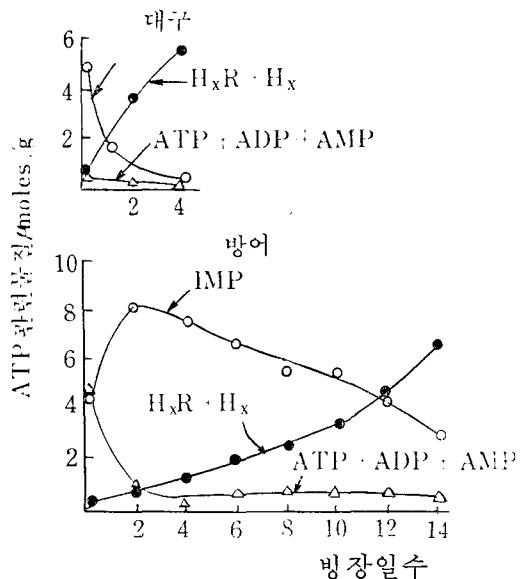


그림 4. 대구, 방어 근육 ATP 관련화합물의 빙장 중 변화.

nosine Nucleotide의 저하는 어종에 따라 큰차가 없고 어느것도 급속히 저하된다. 근육의 수축작용에 직접 이들화합물이 에너지 공급원으로 작용하는 것은 당연하다. 한편 IMP의 분해속도는 어종에 따라서 차이가 있고 대구류는 빠르고 방어류는 늦다. 즉 어류선도 판정함수인 K치의 변화는 IMP의 분해속도의 저속을 반영하는 것이다. 물론 ATP 관련화합물의 분해는  $-30^{\circ}\text{C}$  이하에서는 정지된다. 인도양 참치를  $-60^{\circ}\text{C}$ 에서 5년간 저장하여도 그 변화를 볼 수 없었고 이는 분해에 관여되는 효소가 작용할 수 없기 때문이다.

그럼 4.와 같이 빙장 중 ATP 관련화합물을 시시각각 변화되나  $-3^{\circ}\text{C}$ 의 P.F 저장에서는 효과가 좋았다.

농어의 빙장과 P.F 저장을 10일 한후의 ATP 관련화합물의 함량은 표 1과 같이 빙장에서는 IMP 함량이 P.F 법에 비하여 적고 HxR, Hx의 함량은 많다. K치는 즉살시가 6%, 빙장과 P.F 저장( $-3^{\circ}\text{C}$ )에서는 각각 65%과 17%를 보였고 본판정치에서 볼 때 선도는 훨씬 P.F 법이 양호함을 알 수 있다.

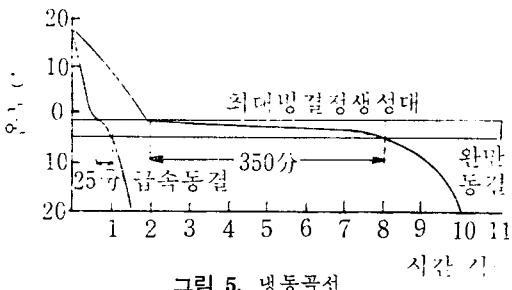
이 사실은 이제까지 몇어종을 사용하여도 재현성을 얻을 수 있었다.

표 1. 농어의 빙장 및 P·F 법 10일 저장후 ATP  
물질과 K 치

	Hx+HxR	IMP	AMP	ADP	ATP	합계	K 치%
	μmoles/g 근육						
즉 살 시	0.3	0.3	0.6	0.3	1.2	10.1	6
빙장법.	2.7	2.9	1.8	0.6	0.3	8.6	65
P·F 법	0.5	1.1	6.5	0.5	0.5	9.5	17

### ◦ 최대빙결정 생성대와 partial freezing

어류의 냉동에는 급속동결과 완만동결이 있다. 그림 5는 그 모식도이며 많은 냉동기술의 참고서에 설명되고 있다.



바다고기(海產魚)의 예로 어육수분은  $-2^{\circ}\text{C}$ 에서 얼기시작하고  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 대부분의 빙결정이 생성된다. 그리하여 이의 최대빙결정생성대를 완만히 통과시키게 되면 결정의 성장이 일어나 이때문에 조직세포를 붕괴하게 된다.

우리 나라의 수산물 냉동은 극단적인 완만동결로 하기 때문에 P·F 법으로 보는 것은 근거가 미약하다.

한데로 즉살한 농어를 사용하여 하나는 빙장 처리하고 다른 것은  $-3^{\circ}\text{C}$ 로 저장할 때  $-3^{\circ}\text{C}$ 의 P·F 법에서는 약 14시간후에 중심부까지  $-3^{\circ}\text{C}$ 에 도달되어 결과적으로 극단의 완만동결은 아니다.

빙결정을  $-2^{\circ}\text{C}$ 로서 계산하면  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서는 어육수분의 약 33%가 결정화 된다. 이것을 증명하는 것은 특수한 기술이 필요한데 이를 간단히 검토할 수 있는 것은 어류선도계를 이용할 수 있다. 어육의 경도에 따라 선도를 판단하는 것이나 어종이나 부위에 따라 수치가 달라 실용화하기는 어렵다.

그림 6에 표시한 부위 순서대로  $-3^{\circ}\text{C}$  저장 14

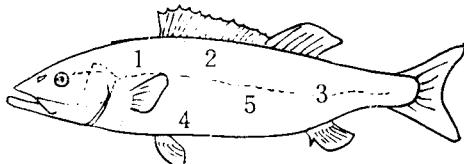


그림 6. 어류선도계에 의한 측정부위

일 후의 농어표면을 측정하면 빙장한 것은 부위 별로 (1—5) 29, 31, 42, 1, 15의 순으로 나타내어 저장 전의 즉살시와 큰 차이가 있고 P·F 저장에서는 각각 81, 68, 72, 65, 80을 나타내어 분명히 빙장의 것보다 높은 수치를 나타냈다. 이것은 분명히 어육내수분의 일부가 결정화된 것을 나타내는 것이다. 실제 이어체를 절단 곧바로 절편을 관찰하면 빙결정의 생성을 확인할 수 있다. 더욱이 냉동어와 같이 풍부하지 않고 칼로 충분히 자를 수 있는 정도이다.

이상 간단한 실험에 의해서도  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서는 빙결정이 되는 것은 별문제가 아니다. 그러나 P·F 법에 의한 어육세포조직의 붕괴는 어떤지에 대해  $-3^{\circ}\text{C}$ 에 14일간 저장시킨 농어근육을 사용하여 전자현미경으로 관찰한 결과 근섬유의 미세구조는 근절(sarcomere)은 A zone, I zone, H range M-Line 및 Z선이 있다.

A 대(zone)에는 근육의 주요한 단백질의 대부분인 myosine 섬유와 가는 actin 섬유가 규칙적으로 바르게 배열되어 있다. 이것을 종단면에서 보면 큰 myosine 섬유는 가느다란 actin 섬유로 둘러싸여 있다.

횡문근(橫紋筋)의 경우는 축육이나 어육모두 기본적으로 동일한 구조를 갖는다. I 대(帶)는 myosine 섬유는 존재하지 않고 6 본의 actin 섬유가 환상으로 배열되었다. 부분냉동 저장 14일 후의 근육 구조를 보면 거의 즉살시킨것과 큰차가 없다. 단지 A대 종단면의 구조가 약간 불명료한 정도이다. 즉 빙결정의 생장에 의하여 세포조직이 붕괴되면 그곳에 공포(vacuole)가 생기고 근육은 한편으로 압축되어 본래의 구조가 붕괴되고 이 때문에 어육단백질은 변성(그림 7)되고 아울러 품질의 열화가 일어난다. 그러나 이상의 관찰결과에서는 그 정후가 인정되면 적어도  $-3^{\circ}\text{C}$  저장에 의한 식품가치가 저하된다고

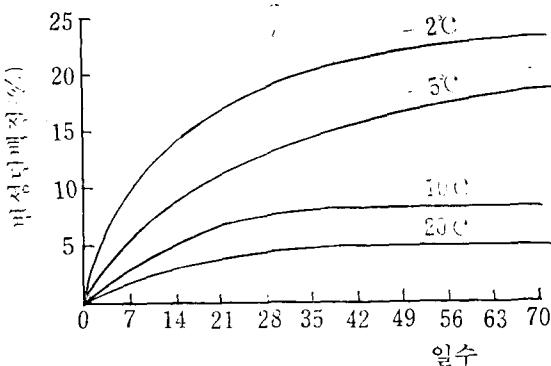


그림 7. 냉동저장온도와 단백질 변성

판단되어진다. 어찌되었던 P·F 저장에 의한 단백질변성의 개선 방안이 강구되어야 할 것이다.

#### ◦ partial freezing 과 어육 Actomyosine

partial freezing(P·F) 저장은 결과적으로 극 단적인 완만동결이므로 최대빙결정생성대에 상당하는  $-3^{\circ}\text{C}$ 의 저장에서 어육단백질 등이 어느정도의 변성이 되느냐가 중요한 point이다. 즉 단백변성은 곧바로 어육의 품질에 결부되지 않고 그 일부에만 관여된다.

Actomyosine 총 Ca-ATPase는 어육단백질의 변성을 판정하는 하나의 척도가 된다. 여기서는 P·F 저장과 단백질변성과의 관계를 일부 설명한다.

어육은 약 80%가 수분이고 나머지는 주로 단백질이며 그중 60~70%가 구조단백질인 근원섬유단백질이다. 그의 중요한 것은 actomyosine이고 어육은 거친 actomyosine으로 제조된다. Actomyosine은 myosine 및 actin 기타 조절 단백질로서 형성되었다. 더구나 중요한 것은 myosine 인데 그림 8과 같은 model를 갖는다.

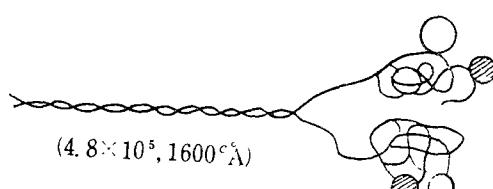


그림 8. Myosine의 분자 Model

myosine 분자는 머리와 꼬리부분으로 되고 머리부는 ATP를 분해하는 활성중심이 된다.

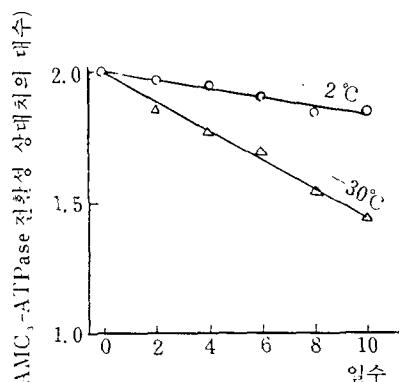
근육의 수축작용은 myosine의 수축을 중심으로 하여 일어나고 그의 energy 공급원으로 ATP가 분해된다.

따라서 myosine, actomyosine, 일부 근원섬유는 ATP를 분해하는 효소작용을 갖는다. 그래서 이들단백질이 변성 되면 ATP를 분해하는 활성은 저하된다. 이것을 정량하면 변성판정에 도움이 된다.

한편 myosine 분자는 어류의 저장중 서로 결합되어 거대한 분자로 성장된다.

이것이 크게 되면 염용액(NaCl, KCl)에는 용해되기 어렵게 된다. 이것도 변성의 한 판정수단이고 옛부터 냉동어의 품질과의 관계를 검토되어 왔다.

한 연구는 actomyosine 총 Ca-ATPase 활성에 대해서는 myosine의 Ca-ATPase 활성(비활성)과 염용액(0.8MKCl)에 용출시켜 얻은 어육 10g 당 actomyosine의 상승치에 의해 단백변성을 정량적으로 판정할 수 있다고 하였다. 먼저 actomyosine을 양적측면과 Ca-ATPase의 질적측



$$\frac{K \cdot day^{-1}}{t} \ln \frac{a}{x} = \frac{2.303}{t} \log \frac{C_a}{C_t}$$

$$t \cdot day^{-1} = \frac{1}{K} \ln \frac{a}{x}$$

농어-근육 AMI 0.6, pH 7.0)  
변성속도정수(K) day<sup>-1</sup>, 반감기(t) (day)  
3°C 0.0371 18.7  
30°C 0.1234 5.6  
 $a$ : 저장 전의 Ca-ATPase 상대 활성  
 $x$ : 저장 후의 Ca-ATPase 상대 활성  
 $t$ : 시간(일)

그림 9. 농어근육 actomyosine의 PF 및  $-30^{\circ}\text{C}$  저장중 Ca-ATPase 전활성 상대치의 대수에 변성속도정수( $K$ )와 변성반감기( $t$ )

면의 양쪽에서 추구하여야 한다. 그림 10에서 농어의 Actomyosine 을 P·F 법( $-3^{\circ}\text{C}$ )과 냉동( $-30^{\circ}\text{C}$ )저장할 때 전 Ca-ATPase 의 활성저하를 경시적으로 조사한 성적을 보면 직선의 경사가 급한 것은 actomyosine 의 변질이 혼저한 것을 보여주며 P·F 저장은 냉동에 비하여 저하속도가 완만하다. 이같은 것은 횟살어류에서 얻은 actomyosine 을 사용하여도 재편성을 얻을 수 있었다. 즉  $-3^{\circ}\text{C}$  는 냉동에 비하여 단백변성이 경감되고 그 이점을 어류저장에 이용할 수 있음을 보여주는 것이다.

#### ◦ Partial freezing 과 지질

어류의 품질은 각종분석결과를 종합판정하지 않으면 안된다.

옛날 부폐생산물로서 암모니아나 Trimethylamine 의 생성을 억제시킴으로 이의 선도보존제는 유효하고 승홍침전반응이 minus 로 나타나면 어류의 선도는 양호한 정도로 품질이 판정되는 것은 아니다.

따라서 P·F 법의 유효성도 결코 생화학적 분석결과로서 판정되지는 않는다.

이중 역시 충분히 검토가 안된 것은 어육지질과의 관계이다. 근년 정어리의 어획량이 증대되어 대부분 식용으로 이용하고 일부는 사료로서 소비하고 있다.

원래 정어리는 고도의 불포화지방산을 갖고 있어 그의 산화물에 의하여 전제품이나 통조림의 원료어류로서 부적당한 것으로 되어 있다.

그림 10은 빙장과 P·F 저장중의 TBA(thiobarbituric acid reation) 반응의 결과  $-3^{\circ}\text{C}$  저

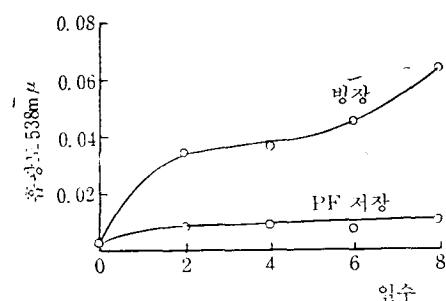


그림 10. 정어리의 빙장과 P·F 저장중의 TBA 반응

장은 빙장에 비하여 TBA 치가 증대되었다. 반응은 산화물로서 malon aldehyde 의 생성량과 비례관계에 있고 P·F 법은 지질의 산화에 대하여 빙장보다 유효한 것으로 생각되었다.

#### 4. partial freezing 의 응용

##### • 양식잉어

담수어 중에서 양식잉어는 가장 경제성이 풍부하여 그 생산량은 해마다 증가일로에 있다. 그러나 그 유통은 특수한 양식에 한정되어 해산어류보다 도매시장을 통하여 수송이 용하는 것이 대부분이다. 그러나 최근 일본에서는 담수어도 P·F 법을 응용이 시도되고 있다.

활어수송은 광어 참돔, 농어등에 이용되고 있으나 잉어등에는 보급되지 않고 있다. 현재까지 활어는 최고의 선도유지 기술이다.

잉어를 즉사시켜  $-3^{\circ}\text{C}$  의 P·F 법으로 저장 2 일 만에 총 ATP는 검출되었고 주요한 것은 IMP 였다. 담수어에 관한 기생충 오염문제는  $-3^{\circ}\text{C}$  저장시 72시간후 감염율이 전혀 없다는 결과를 얻어 식품위생학적 관점에서도 P·F 법은 유효한 것으로 판단되었다.

##### ◦ 송 어

송어는 일본 산간지방에서 양식되어 빙장하여 집하냉동수출하고 국내시장에도 출하되고 있다. 우리나라에서도 이의 양식이 활발히 진행되어 현재 활어로서 핫감으로 또는 매운탕으로 조리 이용하고 있다. 더욱이 산간지대에서 수송중 선도저하가 신속히 일어나 이의 방지가 하나의 과제가 되고 있다. 실제 선도저하를 K 치로 측정해 보면 2일로서 20%에 이르려 그 속도는 명태, 대구와 비슷한 선도저하가 신속한 어종으로 보고되고 있다.

송어의 빙장과 P·F 저장중의 K 치 변화는 그림 11과 같이 P·F 법은 빙장에 비하여 약 10일간 Fillet의 선도보존은 가능하였다. 빙장은 10일로서 어전체가 황변되어 식품가치가 없어졌으나 P·F 저장한 것은 변화없이 Fillet로서의 가치가 있다고 평가되었다. P·F 저장으로 21일 경과

된 것은 가열조리 초절임등의 재료로서 사용할 수 있었다.

이상과 같이 정어리, 날치, 연어 등에 응용되고 역시 생 fillet 저장에도 응용이 시도되고 있다. 이는  $-3^{\circ}\text{C}$ 의 냉장고나 show case의 사용이 절대 필요하다.

### 5. 금후의 과제

P·F 법에 대하여 Buttkus(1970)가 실험한 것을 보면  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서 어육단백질이 변질되지 않는 이유의 하나로 어육을 냉각시키면 그림 11의 A·E에서 빙결량이 증가 때문이라 하였다.

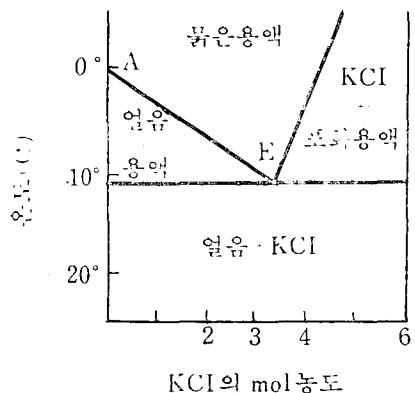


그림 11. KCl-H<sub>2</sub>O에 미치는 온도와 공정점

어육중의 중요한 염류는 KCl이며 이것과 물과의 공정점(共晶點)은  $-11^{\circ}\text{C}$ 부근이다. 이온도에 도달되는 KCl 농도는 3 Mol 이상으로 높여야 한다.

그 결과 어육중의 myosine이 추출되고 상호연결회합(aggregate)되어 변성된다.

따라서 A·E의 상부( $-5^{\circ}\text{C}$ )에서는  $-10^{\circ}\text{C}$ 보다 변성이 경감된다. 즉 공정점(共晶點)에서 멀리 이탈된 온도에서의 단백질 변성은 경미하게 되는 것으로 추정된다.

또 어육 actomyosine의 열안정성은 어류의 생식(生息)온도와 밀접한 관계가 있다고 판단되었다. 그림 12는 그것을 나타내는 것으로 사선(斜線)의 하부에 있는 것은 거의 안정하다는 것

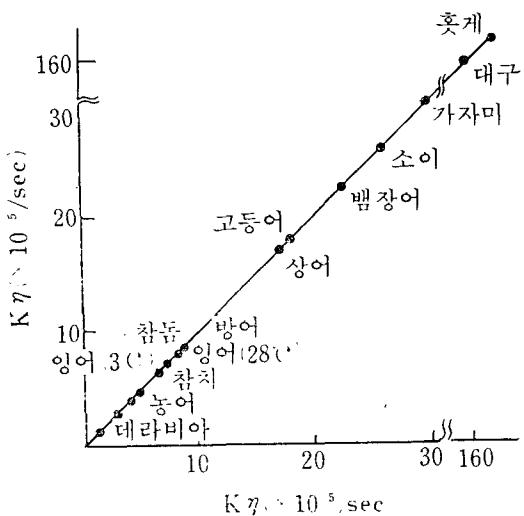


그림 12. 각어종의 근육섬유 Ca-ATPase의  $3^{\circ}\text{C}$ 에서 실활속도함수.

을 보여주고 있다.

같은 흰살어류라도 한냉산의 어류보다 온난성의 어류쪽이 안정하고 그 특질은 P·F 법의 적응어종과 유효성에도 관련된다.

앞으로도 더욱 P·F 저장에 대하여 어종을 더욱 확대하여 더욱 신선한 선도의 어류를 유지이용할 수 있는 기술이 개발되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 이성갑, 김병목. 1987 수산식품가공학, 진로연구사
2. 内山 均. 1978, 冷凍 53, 613 p.41.
3. 이성갑 1981. 식품과학. 14, 4, 27~33.
4. N. Tomlinson 1965. J. Fish Bd. Canad 22, 4, 955.
5. H. Buttkus 1920. J. Food Sci. 35, 558.
6. 이성갑. 1977. 한냉시험연보 2, p.5.
7. 野中順三. 橋本芳郎 1971. 水產食品學, 恒星社.
8. A.D. Merindol 1969. Fish Curing and processing Mir Pub.
9. 恒星社厚生閣編 1971 水產製造加工技術恒星社.
10. 加藤舜郎 1976. 食品冷凍の理論と應用. 光琳書院 p.719.