

- 1991, pp141-146.
6. Nelis, H.J. and De Leenheer, A.P. : Microbial sources of carotenoid pigment used in foods and feeds. J. Appl. Bacteriol., 70, 1991, pp181-191.
 7. Johnson, E.A. and An, G.H. : Astaxanthin from microbial source. Crit. Rev. Biotech., 11(4), 1991, pp297-326.
 8. Kobayashi, M., Kakizono, T. and Nagai, S. : Enhanced carotenoid biosynthesis by oxidative stress in acetate-induced cyst cells of a green unicellular algae, *Haematococcus pluvalis*. Appl. Environ. Microbiol., 59(3), 1993, pp867-873.
 9. 西野輔翼 : -カロテンによるがん豫防. New Food Industry, 36(5), 1994, pp6-10.

국내외기술정보

소금갈이의 원리와 믹서기의 신개발

이 남 혁
수산물이용연구부

1. 서 론

어육을 원료로 한 연제품의 제조기술은 전통적인 경험에 의해 확립된 것이어서 그 제조원리에 관해서는 아직도 확실히 밝혀지지 않은 점이 많이 남았다. 그러나, 어육단백질에 관한 연구법의 눈부신 발전에 의하여 이러한 과제에 대해서도 부분적으로는 해결의 전망이 보이기 시작했다. 연제품의 제조과정은 Surimi의 해동, 소금갈이

(Salted-ground), Suwari(setting, Pre-incubation), 그리고 가열처리 단계가 존재한다. 그러므로, 각 처리 단계에 있어서 일어나는 근원섬유 단백질의 거동을 분명히 밝히는 것은 대단히 중요하다. 또한, 같은 처리과정중에 있어서 일어나는 근원섬유단백질의 움직임을 다른 어종 간에서 비교하고 어종에 따른 특징의 상이함을 분명히 밝히는 연구도 필요한 것이다. 그림 1에는 연제품의 제조공정을 나타내었다.

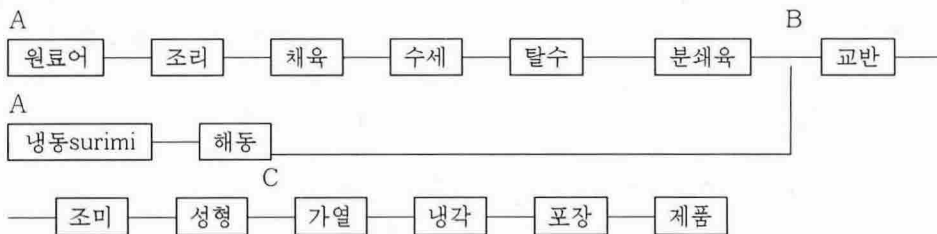


그림 1. 제조공정

- A. 우선 원료어는 뼈, 머리를 제거한 후 채육하여, 이것을 수세하여 혈액, 수용성 성분을 제거하여 탈수시킨 것이 Surimi이다.

- B. 다음은 Surimi에 식염을 첨가하여 혼합하는 소금갈이 공정이다. 이 공정은 제품의 품질을 좌우하는 중요한 공정으로 되어 있어 현재도 숙련자의 경험에 의존하여 실시되고 있다. 여기에 사용되는 혼합기는 Stone mortar mixer, Silent cutter, Continuous kneader 등의 기종이 사용되고 있다. 여기에서 소금갈이 된것을 고기풀(meat paste)이라하고, 이것을 여러가지 형태로 성형 한후 일정한 온도에 보관하는 Suwari의 공정에 들어간다.
- C. C의 가열공정, 즉 어육 단백질이 소금과 반응하여, 거기에 열에 의한 변성공정을 거쳐서 여러가지 형태의 어묵이 된다.
여기에서는 소금갈이에 대하여 저자가 얻은 지견을 소개하고자 한다.

2. 어육의 소금갈이에서 일어나는 근원섬유단백질의 변화와 gel형성능과의 관계

“Surimi”에 소금을 첨가하여 소금갈이를 하면, 서서히 염용성 단백질이 녹기 시작하고, 이윽고 광택있는 점성을 가진 고기풀이 얻어진다.

이 과정이 소금갈이이다. 어육의 소금갈이는 연제품을 제조하는데 있어서 가장 중요한 공정이지만 이 과정에 관한 기초연구는 지금까지 그다지 찾아볼 수 없다.

그 이유는 아마 어육 단백질에 빠른 변화가 일어나는 것에 기인하고 있으며, 소금갈이 후의 제품의 탄성(물성)을 측정하는 것 이외에 적절한 방법이 없었기 때문인 것으로 생각되어 진다.

따라서 여기서는 소금갈이 시간에 따라 일어나는 고기풀의 겔형성능 및 고기풀중의 근원섬유 단백질의 제성질 변화에 대하여 검토하고 소금갈이 공정에 있어서 과학적인 품질관리를 하기 위하여 유용한 자료를 얻는 것을 목적으로 하였다.

“Surimi”의 품질지표인 근원섬유 단백질의 Ca-ATPase활성과 그외의 성질을 측정하였다. 즉 소형 food cutter를 이용하여 소금갈이를 하여 경시적으로 일부를 꺼내 측정하였다. 그 결과 이 조건의 고기풀의 겔강도는 7-10분에서 최대에 달하였다. 이 때의 근원섬유 Ca-ATPase활성치는 거의 일정하고 실활이 되지 않았음이 인정되었다. 그러나 용해성(0.6M KCl, pH 7.0에 대한 용해도)과 부착성(고기풀중에 원기둥형 프란자를 넣어서 끌어 올렸을 때 걸리는 하중(g)) 및 점도(2.5%

NaCl에 의해서 용해되는 actomyosin의 점도)는 겔의 강도변화와 같은 변화의 경향을 보여주었다.

또한 높은 겔강도를 나타내었을 때의 고기풀의 온도는 5-12℃였지만 16℃ 이상에 달하면 용해성, 부착성 및 점도는 격감하고 근원섬유 Ca-ATPase의 활성의 저하가 일어나며 이와 함께 겔형성능도 떨어짐을 보여 주었다.

즉, 고기풀중의 근원섬유 단백질의 변성에 따라서 겔형성능도 감소하는 경향이 나타났다. 따라서 어육중의 근원섬유 단백질이 변성하지 않으면서 소금갈이에 의하여 소금에 용해할 수 있도록 하는 것이 소금갈이의 중요한 목적인 것으로 생각되어 졌다. 또한, 고기풀중의 근원섬유 단백질이 변성하기 쉬운 것은 그 온도가 특정 온도 이상에 달하였을 때인 것도 강하게 시사되었다.

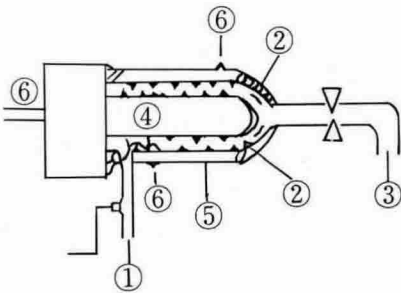
더욱이 소형 food cutter를 이용하여 소규모량의 원료에 대하여 소금갈이를 하였을 경우와는 달리, 대형 silent cutter를 이용하여 대량의 원료를 소금갈이 하는 경우 “Surimi”의 소금갈이가 끝날 때까지 필요한 시간이 길기 때문에 온도의 상승이 크게 되는 것도 당연히 예상되어 진다. 실제로 다음에서 이야기할 pin mixer기의 원리를 이용한 소금갈이에 있어서의 고기풀의 성상변화는 본질적으로 비슷하지만 전혀 다른 속도에서 일어난다.

3. 어육의 소금갈이 중에 일어나는 고기풀의 제성상변화와 믹서기에 따른 제성상변화의 비교

3종류의 믹서기를 사용하여 소금갈이중에 일어

나는 고기풀의 단백질화학적 성질의 변화로부터 소금갈이란 무엇인가? 또 무엇을 목적으로 한 공정인가?에 대하여 검토하였다.

사용한 3종류의 믹서기란 ① 종래부터 소금갈이에 사용하던 stone mortar mixer ② knife와 접시가 회전하여 소금갈이를 하는 silent cutter이다. 그러나 이들 기종은 한번에 대량의 “Surimi”가 소금갈이를 한후 체류하는 것에 의한 품질 저하가 일어나기 쉽고 또한 냉각설비가 없는 것이 결점이다. 고기풀이 장시간 체류하는 것에 의한, 즉 “Suwari” 반응이 진행하여 성형기를 통하여 연제품을 제조할 경우에 겔형성능은 노화하게 된다. ③ 이러한 문제점을 고려하여 개발한 소금갈이기를 다음에 표시하였다. 그림 2에서는 모식 그림을 그림 3에는 사진으로 연속식 mixer를 나타내었다.



① 믹서 입구 ② Pin (교반부) ③ 믹서 출구
④ 회전 로타 ⑤ 실린더 ⑥ 냉각수

그림 2. 연속식 믹서의 모식도

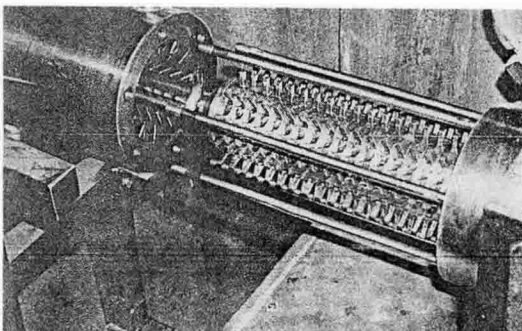


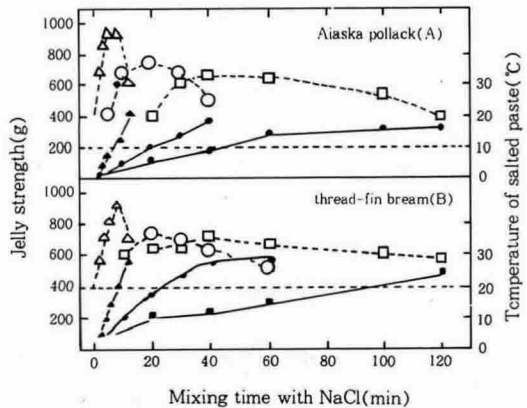
그림 3. 연속식 믹서의 교반부

그림 2와 3에 제시한 것과 같이 pin이 나와 있고 다른 한 쪽도 같은 구조로 되어 있다. 그리고 “Surimi”는 pin과 pin사이를 통과하면서 연속적으로 소금갈이가 되며 더욱이 고기풀은 냉각하기 위하여 냉각수를 실린더와 성형기를 통하게 하여 다량이진 소량이진 연속적으로 다음 공정에 공급할 수 있는 것이 본믹서기의 특징이다.

3.1 고기풀의 제성상에 대한 믹서기 종류에 따른 영향

(소금갈이 고기의 온도상승과 겔형성능에 대한 믹서기의 기종에 따른 영향)

종래부터, 널리 사용되어온 소금갈이기로서 대표적인 stone motor mixer와 silent cutter외에 그림 2, 3에 나타낸 연속식 믹서를 포함하여 3기종에 의한 소금갈이의 시간과 이 고기풀로부터 제조한 연제품의 겔강도(이하 고기풀의 겔형성능으로 표현함) 및 고기풀의 온도 변화에 대하여 검토하였으며 그 결과를 그림 4에 나타내었다.



연속식 믹서 : △ silent cutter : ○
stone motor mixer : □

그림 4. 소금갈이 중에 있어서의 고기풀의 온도와 같은 고기풀로부터 조제한 어묵의 겔강도의 변화

우선, 명태의 Surimi에 대하여 검토한 실험 결

과를 (A)에 나타내었다. 이결과에 의하면 소금같이 시간의 경과와 함께 고기풀의 겔형성능이 증대하고 동시에 고기풀의 온도도 상승하는 경향이 나타났다. 즉, silent cutter(○)의 경우는 고기풀의 겔형성능이 최대에 달할때까지의 혼합시간이 약20분이 소요되었고 그때의 고기풀의 온도는 8-10℃였다. 또한, stone motor mixer(□)의 경우는 고기풀의 겔형성능이 최대에 달하는 것은 40-60분후로 온도는 역시 8-10℃였다. 겔형성능의 최대치는 거의 같았지만, silent cutter의 경우 보다도 변화가 20-30분 늦게 진행되는 것이 다른 점이었다. 한편, 연속식 믹서에 의한 경우는 극히 짧은 시간인 10분 이내에 겔형성능이 최대에 달하였으며 그 수치는 전술한 2기종 보다도 20-30%높게 나타났다. 이때의 고기풀의 온도도 10℃였다. 다만, 소금같이 이 이상 장시간 행하면, 고기풀의 온도가 더욱 상승하는 경향을 나타내었고 약 15℃에 달하면 겔형성능은 감소하는 경향을 나타내었지만, 이것은 어떤 기종의 경우에서도 같은 경향을 나타내었다.

이상의 결과로 부터 3기종에 의한 소금같이에 대하여 각각의 특성을 비교하면 고기풀의 겔형성능이 최대에 달할때까지 소요되는 시간은 기종에 따라 상당히 차이를 보여주었다. 또한 겔형성능이 최대에 달한후 감소하기 시작할 때의 고기풀의 온도는 거의 똑같았으며, 기종에 따른 상이함이 인정되지 않았다. 따라서, 소금같이와 공정은 본래 Surimi와 NaCl을 잘 혼합하는 것이 주요 목적이며 아울러서 고기풀의 온도를 일정온도 이하로 조절하는 것이 필요조건으로 시사되었다. 그러나, 겔형성능의 최대치는 연속식 믹서에 의한 경우가 가장 높았고 silent cutter와 stone motor mixer는 낮은 수치를 나타내었다.

이상과 같은 실험을 도미의 냉동 surimi를 이용하여 검토한 결과를 (B)에 나타내었다. 이 결과에 의하면 소금같이와 함께 일어나는 고기풀의 겔형성능의 증대와 온도 상승과의 관계는 (A)의 명태의 결과와 같은 경향을 나타내었다. 즉 고기풀의 겔형성능이 최대에 달할때까지 요구되는 시간은 sto-

ne motor mixer>silent cutter>연속식 mixer의 순으로 짧지만 그때의 고기풀의 온도 및 그후의 겔형성능이 감소를 시작할때의 온도는 기종에 상관없이 거의 같았으며 각각 20℃ 및 15℃(stone motor mixer는 낮음)였다. 다만, 이온도는 명태의 경우보다 높았다. 그러나, 겔강도의 최대치는 명태의 경우와 비슷하였고 기종과의 관계도 비슷하였다. 즉 고기풀의 겔형성능의 최대치는 항상 연속식 믹서에 의한 경우가 1.3배 높음을 나타내었다. 이것은 연속식 믹서에 의한 경우는 혼합이 단시간에 이루어지고 더구나 냉각기를 갖추고 있어 고기풀의 온도상승의 제어가 쉽게 이루어지기 때문인 것으로 추정되어진다. 한편 stone motor mixer와 silent cutter에 의한 경우는 NaCl의 혼합에 시간이 걸려 고기풀의 온도가 상승하여 혼합중에 근원섬유단백질의 일부에 변성이 일어나고 있는 것이 예상된다.

3.2 연속식 믹서의 조작조건과 연제품 품질과의 관계

본 믹서기는 pin mixer의 원리를 채용한 것으로 로타의 회전 속도와 Surimi의 처리량을 변환하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 것들이 제품에 미치는 영향에 대하여 검토하고 그 결과를 그림 5에 나타내었다.

즉 motor의 회전속도를 160, 300, 400 및 600rpm에서, 명태의 냉동 Surimi의 공급량은 10Kg/h-400kg/h범위에서 변화시키면서 이것들의 여러가지 조작조건에서 고기풀을 만들어, 이들로부터 만든 연제품의 품질을 검토하였다. 그리고 연제품의 겔강도가 최대치를 나타낼 수 있도록 소금같이 조작조건과 고기풀의 온도와의 관계를 구하였다.

이 결과에 의하면 회전속도가 600rpm, 공급량이 200-400kg/h로 조작할 때의 고기풀의 온도는 2-8℃, 회전속도가 400rpm, 공급량이 80-200kg/h로 조작하면 온도는 0-6℃, 300rpm에서 공급량이 30-80kg/h의 경우는 온도가 0-8℃, 160rpm에서 공급량이 15-30kg/h일 경우는 2-8℃였다. 이 조

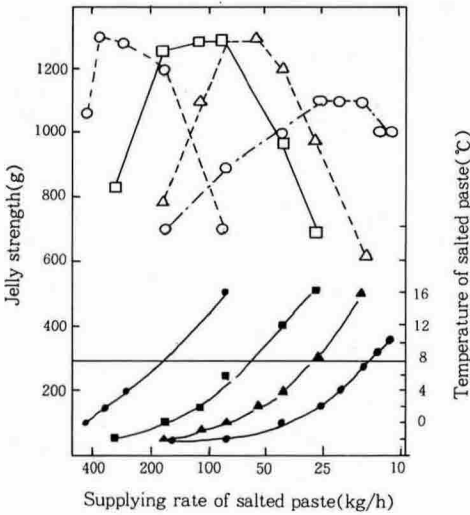


그림 5. 연속식 믹서의 조작조건과 어묵의 품질과의 관계

건 하에서 제조한 연제품의 겔강도는 어느것이냐 최대의 수치에 달하였다. 다만, 이 수치는 회전수가 300-600rpm의 경우는 약 1200-1300g에 달한 데 대하여 160rpm의 경우는 1000-1100g으로 약간 낮은 경향을 나타내었다. 이외의 조작조건으로 얻은 제품의 품질은 불량하였다.

이상의 결과로부터 연속식 믹서에 의한 우수한 겔강도의 어묵을 조제하기 위하여 필요한 소금갈이 조건으로서 로타의 회전속도와 Surimi의 공급량의 관계가 밝혀졌다. 일반적으로 회전속도가 작을 때에는 공급량이 적은쪽이 좋지만 회전속도가 클 때는 그 역으로 되는 경향이 나타났다. 또한 이때에는 소금갈이 후의 고기풀의 온도가 8°C 이하를 유지하는 것으로 필요조건인 것이 밝혀졌다.

고기풀로부터 얻은 어묵 겔강도가 최대치를 나타내는 연속식 믹서의 조작조건에서 고기풀중의 근원섬유 단백질의 용해성과의 관계를 검토하여 보았다. 이 결과에 따르면 양자의 관계에서는 강한 상관관계가 인정되었다. 그러므로 연속식 믹서를 사용한 Surimi의 소금갈이 공정에서는 교반에 따라서 일어나는 고기풀의 품온 상승에 기인하는 근원

섬유 단백질의 불용화가 이 소금갈이 고기의 겔형성에 있어서 하나의 장애가 되고있음을 시사하고 있다. 또한 이결과는 교반에 의한 근원섬유 단백질과 NaCl이 저온도하에서 균질하게 혼합되는 것이 필요조건인 하나라고 하는 앞에서 시사한 것을 지지하고 있다.

3.3 연속식 믹서에 있어서의 고기풀의 온도상승과 근원섬유 단백질의 변성과의 관계

상기와 같이 연속식 믹서에 의해서 소금갈이를 할 때에는 다른 기종과 비교하여 고기풀의 온도가 급격히 상승하기 때문에 고기풀중의 근원섬유 단백질에서 일어나는 변성도 빨라질 가능성이 있다. 따라서 소금갈이중의 고기풀의 품온과 그 고기풀의 겔형성능과의 관계에 대하여 상세히 검토하였다. 조제한 어묵의 최대 겔강도(1,000-1,300g)는 품온이 2-10°C 범위의 고기풀로 부터 얻어졌다. 이사이에서의 온도의 차이는 어묵 겔강도에 영향을 미치지 않지만, 그러나 15°C로 상승하면 고기풀의 겔형성능은 현저히 저하하는 경향이 나타났다. 한편, 도미 Surimi의 소금갈이의 경우는 고기풀의 온도가 10-25°C의 사이에서 제조된 어묵의 겔 강도가 전부 높았으며, 또한 27°C를 넘으면 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 이들의 결과로부터 Surimi의 소금갈이중의 품온은 고기풀이 형성하는 어묵의 겔강도에 영향을 미치지지만 아마도 근원섬유 단백질의 온도 안정성이 어중에 따라 상이한 것과 관련이 깊을 것으로 생각되어진다.

따라서 소금갈이 공정중에 있어서 고기풀중의 근원섬유 단백질의 용해성과 고기풀의 온도와와의 관계를 검토하였지만 그 결과는 고기풀의 온도와 겔형성능과의 관계와 아주 비슷한 결과를 나타내었다. 즉 명태의 경우는 2-10°C까지의 범위에서는 용해성이 최대치인 80%를 유지하였고, 12°C에서는 급격히 20%까지 저하하였다. 한편, 도미의 경우는 약 25°C까지 높은 용해성(80%)을 나타냈지만, 26°C 이상에서는 30%까지 급격히 저하하였으며 명태

의 경우 보다도 고온측에서 같은 변화가 일어나고 있는것을 나타내었다.

이상의 결과는 소금갈이 공정중의 고기풀의 온도 상승은 고기풀의 근원섬유 단백질의 변성을 가져오며, 그 겔형성능에 영향을 미치는것을 나타내고 있지만 고기풀중의 근원섬유 단백질에 변성을 일으키는 임계온도는 어중에 따라서 틀리며, 한대산의 어종에서는 낮으며, 온대산의 어종에서는 높은 것이 시사 되었다. 또한 특히 소금갈이에 있어서 고기풀중의 근원섬유 단백질의 변성을 Ca-ATPase 전환성을 지표로하여 검토하고 그 결과를 그림 6에서 제시하였다. 즉 활성이 급격히 감소하는 임계온도는 고기풀의 겔형성능과 용해성을 지표로한 경우와 아주 비슷하였으며 명태의 경우는 10℃, 도미의 경우는 25℃를 경계로하여 급격한 감소를 일으키고 있는것으로 나타났다.

4. 연속식 믹서를 이용하여 생산한 어묵의 품질

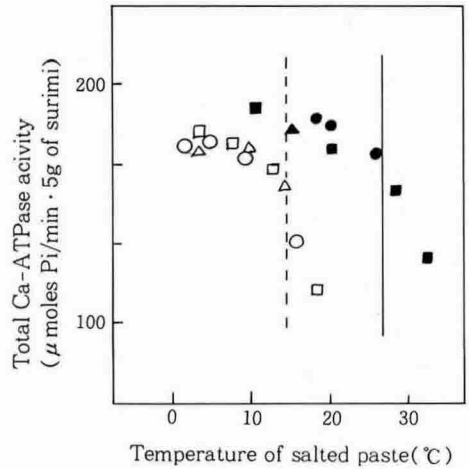
(등급이 다른 냉동 Surimi로 부터 연속식 믹서에 의해서 생산한 어묵 품질의 비교)

앞서 기술한 조건에 따라서 로타의 회전수 300rpm, Surimi의 공급량 80kg/h로 하여 여러등급의 Surimi로 부터 어묵을 만들어 그 품질을 silent cutter로 만든 제품과 비교하여 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 등급이 다른 냉동 Surimi로 부터 연속식 믹서와 Silent cutter에 의해서 생산된 어묵 품질의 비교

Surimi 등 급	어묵의 겔강도(g)	
	Silent cutter	연속식 믹서
SA	980±25	1,250±15
FA	920±34	1,150±43
RA	700±48	940±12
2nd	280±22	480±20

특히 이때의 어느쪽의 기중에 있어서도 그 고기풀



명태 : ○ ◇ □ △ 도미 : ● ◆ ■ ▲

그림 6. 소금갈이 중의 고기풀과 온도와 그 고기풀의 Ca-ATPase전환성과의 관계

로부터 얻어진 어묵의 겔강도가 최대에 달하는 조건(그림 3에 나타냄)을 채용하였다.

그 결과에 의하면 기중과는 관계없이 얻어진 어묵의 겔강도는 큰것으로 부터 SA>FA>RA>육상 2급 Surimi의 순위였다. 더구나 연속식 믹서를 이용한 제품의 겔강도는 silent cutter에 의한 경우와 비교하여 어느등급에 있어서도 약 1.3배 높은 겔강도를 나타냈다. 이 결과는 그림 4에 나타낸 결과와 일치하고 있다.

5. 끝맺음

Surimi를 소금갈이 하였을 때 일어나는 고기풀중의 근원섬유 단백질의 생화학적 및 이화학적 제성질, 겔형성능의 경시변화의 검토 결과로부터 소금갈이 공정에 있어서 과학적인 품질관리를 행하기 위한 지견이 얻어졌다. 따라서 이것을 새로운 소금갈이 기계의 개발과 운전조건 설정을 위한 지표로서 이용하고, 아울러서 연제품의 제조에 있어서의 소금갈이 공정의 역할을 밝히기 위하여 연구를

행하였다.

그 결과 연제품의 생산에 있어서 소금같이 공정은 고기풀중의 근원섬유의 단백질을 변성시키지 않고 Surimi와 NaCl을 잘 혼합하는 것이 본래의 목적이며, 근원섬유 단백질의 변성이 일어나는 최대의 요인은 고기풀의 온도 상승에 기인하는 것이 밝혀졌다. 즉, 종래의 Stone motor mixer와 silent cutter 및 고속 교반기를 이용한 종래의 교반 공정에서는 고기풀의 온도 상승이 일어나고 또한 다음 공정에 달할때 까지의 체류시간이 긴것에 의한 온도 상승도 품질을 불안정하게 하는 원인이 되는 것으로 나타났다. 따라서 이들의 문제점을 해결하기 위하여 원료 공급이 일정한 속도로 연속적으로 행할수 있으며, 더욱이 소금같이 시간을 단시간으로 하며, 폼온을 저온에서 조절할 수 있으며, 고기풀을 체류시키지 않고 다음공정으로 공급할 수 있는 연속식 교반기를 개발하였다. 더욱이 본기에 의해서 일정한 품질의 소금같이 고기의 생산을 할수 있는 조건 설정에 성공하였다. 또한 여기에서도 어종에 의한 근원섬유 단백질의 온도 안정성의 차이가 소금같이 공정에 영향을 미치며 제품의 품질에 관여하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 지금까지 기술한것과 같이 소금같이에 사용되고 있는 교반기는 연제품의 품질에 크게 영향을 미치는 것으로 밝혀 졌지만, 그 운전조건을 고기풀중의 근원섬유 단백질의 제성상 변화로 부터 설정할 수 있는 것도 밝혀졌다. 그러므로 이와같은

단백질 화학적인 시야에서 계속적인 연구가 이루어진다면 어육의 처리기와 가공기의 개발이 앞으로 한층 더 발전될 것으로 기대된다.

6. 참고문헌

1. 加藤 登, 中川則和, 照井正三郎: 日水誌 55, 1243-1251(1989).
2. 清水 亘: 水産練製品, 光琳書院, 東京, 1967, pp63-64.
3. 岡田 稔: 魚肉練製品(岡田등편), 恒星社厚生閣, 東京, 1981, pp169-223.
4. 志水 寛: 新水産 핸드북, 講談社, 東京, 1986, pp552-554.
5. 若目田篤, 新井健一: 日水誌, 51, 497-502 (1985).
6. 橋本昭彦, 加藤 登, 野崎 恒, 丸山勉: 日水誌, 49, 1492-1436(1983).
7. 橋本昭彦, 加藤 登, 野崎 恒, 新井健一: 日水誌, 51, 847-853(1985).
8. 加藤 登, 野崎 恒, 小松一官, 新井健一: 日水誌, 45, 1027-1032(1979).
9. 沼倉忠弘, 關 伸夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 高間浩藏, 新井健一: 日水誌, 51, 1559-1565 (1985).
10. 加藤 登, 橋本昭彦, 野崎 恒, 新井健一: 日水誌, 50, 2103-2108(1984).