

## 활성오니법에 의한 오징어 가공공장 폐액처리중에 발생하는 슬러지의 소각재처리

조 순 영 · 서 재 수\*

강릉대학교 식품과학과, \*고신대학 식품영양학과  
(1994년 8월 25일 접수)

## Burning Up of the Sludge occurred during Activated Sludge Treatment of Washing Wastewater and by-product Waste in Cuttlefish Processing Manufacture

Soon Yeong Cho and Jae Soo Suh\*

*Dept. of Food Science, Kangnung National University, Kangnung, 210-702, Korea*

*\*Dept. of Food and Nutrition, Kosin University, Pusan, 606-701, Korea*

(Manuscript received 25 August 1994)

### Abstract

A lot of sludges occur during an activated sludge treatment process of the washing wastewater and by-product waste in the cuttlefish processing manufacture. The sludges give also out a bad smell, and their amicable reclamation is very difficult because of the limited area of the filling-up. To reduce the heavy weight and large volume of the sludges, they was burning up. After the burning up at 350°C for 2hrs the weight(volume) of the sludges were reduced to 5% level of the initial value. In contents of the bad heavy metals for human after the burning up, cadmium and lead metal were slightly detected, while mercury and the bad others not detected.

Key Words : cuttlefish sludges, burning up, heavy metals

### 1. 서 론

오징어 가공 공장 폐기물은 전체 오징어에 대해 40% 비율로 나오며, 이 중 내장을 다시 사료로 이용한다 할지라도 오징어 껍질등 15%이상은 여전히 특정지역의 하천 오염의 주범이 되고 있다(이, 1985; 須山 등, 1980). 실제로 우리나라 주문

진입에 밀집되어 있는 오징어 가공공단에서 생물학적 처리후 배출하는 고품 폐기물인 슬러지발생량이 하루 30ton이상으로서 본 오징어 가공 폐기물(슬러지)에 의한 악취발생 및 하천 오염은 심각한 지경이다. 이런 식품 가공 공장폐기물 처리 방법으로는 활성오니법으로 대표되는 생물학적 처리법과 껍질 내장 등 유용한 성분을 화학적 침전법

\* 본 연구는 한국과학재단의 1991년도 특정기초 연구과제 연구비지원(연구과제번호 91-0700-14)에 의한 연구결과물의 일부임.

으로 최대한 회수 이용하는 법 및 아예 소각처리해 버리는 소각법 등 세가지로 생각해 볼 수 있다. 그러나, 오징어 가공부산물의 이용방도가 아직 잘 개발되어 있지 않아 전체 오징어 중 가공공장 폐기물이 많은 비율을 차지하는데도 불구하고 폐기 내지는 활성오니법에 의한 분해처리가 시도되고 있다. 그런데, 이런 활성오니법에 의한 분해처리시에도 문제가 있다. 즉, 폐기물의 완전한 분해가 힘들기 때문에 다량의 고히형 슬러지가 발생되고 이것을 매립하려고 해도 장소적 매립지 부족으로 인하여 공해상이나 산속에 버리는 등 상당한 문제점을 안고 있는 실정이다. 최근에, 강원도 보건 환경 연구원의 연구 결과(1992)에 의하면 오징어 가공후 폐기물 및 수세 폐액에 대한 생물학적 처리후의 잔재물인 고히형 슬러지에는 납등 유해 성분검출이 되지 않았다고 하였으나 이것의 재확인도 필요하다.

따라서, 현재 오징어 가공 공장에서 나오는 막대한 양의 폐기물 및 수세 폐액에 대해서 생물학적 처리를 행하고 있는 기존 처리 방안의 문제점인 다량의 고히형 슬러지 배출문제와 매립을 위한 부지 확보 어려움의 상황을 동시에 해결하기 위해 비료이외에는 별달리 고부가가치적으로 재이용하기 힘든 본 오징어 가공 공장배출 고히형 슬러지를 아예 소각처리해버리는 방안(금, 1992)을 모색해 보고자 하였다. 즉, 본 연구에서는 오징어 가공 공장에서 배출되는 고히형 슬러지 소각처리 방안의 기초자료를 마련하기 위해서, 전기로내에 슬러지를 넣고 온도를 달리하면서 연소시켰을 때 그 슬러지 중량 및 부피의 감소율을 측정하고 아울러 최종 소각물의 중금속 등 유해 성분량도 정량해보았다.

## 2. 재료 및 방법

### 2-1. 실험 재료

오징어 가공공장인 삼영수산(강원도 주문진읍 소재)에서 1992년 4월에 오징어 가공 폐기물 및

수세폐액에 대한 생물학적 처리후 나오는 고히형 슬러지를 채취하여 본 실험에 사용하였다. 본 오징어 가공 슬러지는 폐액의 형태로 폐수처리조에 들어가기전에 일차 그물망으로 세척액속의 고히형물을 걸러 회수하고, 나머지 회수 안되는 고히형물을 공기 펌핑조작에 의해 폐수저장탱크의 상층부로 올려 프레스여과기로 옮겨 벨트로 누르면서 물기를 짜낸 것이다. 이때 약 80%의 슬러지가 생기며, 상술한 바와 같은 물기를 짜낸 뒤의 나머지 액즙 및 폐액은 또 활성오니 처리장으로 보내 최종 활성오니 처리한 후 미처리분배에 대해서 다시 산성백토, 황산알루미늄, 석회 등으로 침전 농축하여 프레스여과기에서 벨트로 누르면서 물기를 짜낸다(나머지 약 20% 정도의 슬러지발생).

### 2-2. 일반 성분의 측정(주, 1992)

수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 semi-microkjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet법, 전당은 Bertrand법, 회분은 건식 회화법으로 측정하였다.

### 2-3. 소각 처리 방법

오징어 슬러지 일정량을 회분 도가니에 넣고서 150, 250, 350, 450, 650 및 850℃로 각각 전기회화로 온도를 조절하여 회화로내에서 소각처리하면서 각 처리온도와 시간에 따른 그 슬러지의 중량 및 부피변화를 측정하였다.

### 2-4. 중금속 함량 측정

#### 1) 기기 및 시료

##### ① 원자 흡광 분광 광도계

본 시료의 중금속 분석을 하기 위해서 사용한 기기는 Hitachi Model 208 로서, 불꽃폭이 10cm 인 standard burner에 air-acetylene 불꽃을 사용하였다. 수은분해장치는 Hg gas cell (φ 3.8×10cm) 에 부착된 mercury reduction unit를 본체에 연결하여 사용하였다. 그리고 이 광도계의 각 원소에 대한 검출 한계는 카드뮴 1ppb, 구리

Table 1. Optimum analytical conditions of Hitachi Model 208 atomic absorption spectrophotometer

Conditions	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Wave length(nm)	228.56	324.6	283.15	213.77	253.55
Lamp current(mA)	8	10	10	10	6
EN - EX slit	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Air flow rate(1/min)	14	14	14	14	-
Acetylene flow rate (1/min)	2.5	2.5	2.5	2.5	-
Burner height(mm)	25	25	25	25	29
Range	10	10	10	10	2
Chart speed(mm/min)	10	10	10	10	10

1ppb, 아연 1ppb, 납 8ppb, 수은 160ppb이며 최적 분석조건은 Table 1과 같았다.

② 시료

표준 용액 : 카드뮴, 구리, 납, 아연 및 수은의 표준용액은 일본 關東化學 및 林純藥工業株式會社の 원자 흡광분석용의 1000 및 100ppm의 것을 사용하였다.

환원 용액 : 증류수 300ml에 진한 황산 50ml를 냉각시킨 다음 NaCl 15g, (NH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15g 및 SnCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O 26g을 각각 첨가하여 녹인 후 500ml로 정용한 것을 사용하였다.

희석 용액 : 증류수 300~500ml에 진한 질산 58ml, 진한 황산 67ml를 각각 가한 다음 1로 정용한 것을 사용하였다.

2) 오징어 가공 폐기물(슬러지) 및 그 소각물에 대한 중금속 정량

원소중 카드뮴, 구리, 납 및 아연은 FDA의 chemical procedure(1975)중 습식회화-원자 흡광광도법으로 정량하였으며 조제된 시료 20~30 (± 0.1)g을 질산(1:1)처리한 비이커에 담고 진한 질산 20ml를 가해 상온에서 24시간 분해시킨 후 이것을 맑은 음광색용액이 될 때까지 가열한다. 냉각시킨 후 다시 진한 질산 5ml를 가하여 2시간 방치하였다가 질산처리한 유리솜으로 분해액을 여과하여 증류수로써 25ml로 하여 측정시료로 하였다.

수은은 AOAC방법(1980)에 준하였으며, 분해

플라스크에 조제시료 5g을 취하여 진한황산 25ml, 진한 질산 20ml, 그리고 2% sodium molybdate 1ml를 차례로 가하고 비등석 5~6개를 넣은 다음 1시간 동안 서서히 가열한다. 15분간 냉각한 다음 질산-과염소산(1:1)용액 10ml냉각관을 통해 가하여 흰색연기가 발생할 때까지 맹렬히 가열한다. 계속 10분간 가열하였다가 냉각시킨 후 증류수 10ml를 가하여 10분간 다시 가열한다. 냉각관을 증류수로 씻고 용액을 상온으로 냉각시킨 다음 100ml로 하였다. 이 용액 25ml를 환원 장치에 취해서 희석용액으로 약 100ml로 한 다음 환원 용액을 20ml 가해 공기순환 펌프(11×9×6cm)로 수은을 기화 순환시켜 기록계에 나타나는 흡광표시선이 최고에 달하였을 때의 흡광도를 취하였다. 이때 표준용액 및 대조 시험도 같은 조작으로 하여 검량선을 작성하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 일반 성분 함량

오징어 가공 폐기물(슬러지)의 개략적인 성분 함량을 보면 수분이 83.1%로 가장 많고, 회분은 8.8% 수준이었다(Table 2). 본 연구에서 행할 소각 처리법으로 이 오징어 가공슬러지 폐기물내 수분만 제거하더라도 많은 중량 및 부피 감소를 가져올 수 있으리라 생각된다. 그의 단백질과 지방도 다량 존재해 있으나 소각처리에 의해 쉽게 CO<sub>2</sub>와 수증기 및 N<sub>2</sub>형태로 제거될 수 있을 것으로 사료된다.

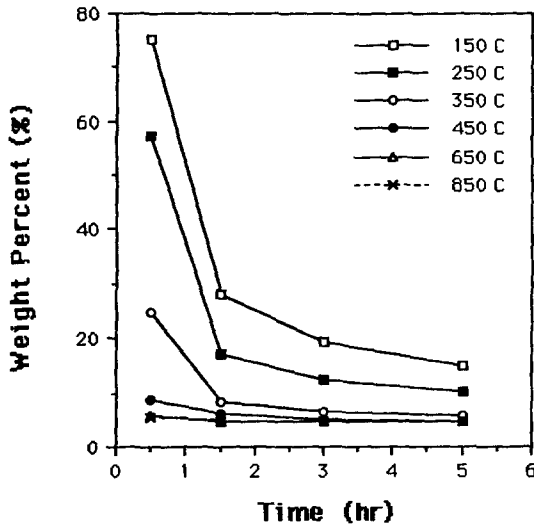


Fig. 1. The time courses of weight percent of the cuttlefish processing waste during burning up at several different temperature.

### 3-2. 소각 처리 조건

오징어 가공슬러지를 각각 온도와 시간을 달리 하여 소각처리한 결과 일반적으로 각 온도에서 1 시간 30분 경과 후에 급속한 중량의 감소를 가져왔으며 그 이후의 소각시간에서는 큰 감소를 보이지 않았다. Fig.1에 나타낸 바와 같이 150, 250 및 350°C에서는 시간의 경과에 따라 지속적인 감소가 있었으나 450, 650 및 850°C에서는 회화 30분 동안의 급격한 중량의 감소 후에는 더 이상 시간이 경과하여도 5%중량정도로 거의 일정한 값을 나타내었다. 따라서 에너지효율과 중량 및 부피감소면에서 본 회화로 이용 소각의 경우 350°C, 2시간 정도의 소각이 가장 적합하다고 판단되었다.

### 3-3. 소각 후 잔존 중금속 함량

각각의 온도에서 5시간 소각시킨 오징어 가공슬러지의 주요 중금속 함량을 살펴보면 Table 3에서 나타낸 바와 같이 소각 처리 하기 전의 중금속 함량은 Pb, Cd 및 Hg의 경우 각각 102ppm, 2ppm, 0.05ppm에 불과하였으나, 소각시킨 후에는 단위 시료 중량당 함량이 크게 증가하는 경향을

Table 2. Approximate composition of the cuttlefish processing waste (%)

Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Ash
83.1	4.7	2.8	0.3	8.8

나타내었다. 특히 Pb의 농축이 심했고 Cd이 20ppm정도 잔존해 있어 1991년도 강원도 보건 환경연구원에서 오징어 가공슬러지내에서 중금속이 전혀 검출되지 않았다는 보고(1992)와는 큰 차이를 보였다. 그러나, Hg은 소각처리전에도 적은 양이었고 소각처리중에 또한 모두 기화소멸되어 전혀 문제되지 않았다.

이상의 소각처리 결과 오징어 폐기물의 중량 및 부피를 5%수준까지 줄일 수 있었으며, 중금속 함량 면에서도 Pb이외는 큰 문제는 되지 않을 것으로 사료된다. 그러나, 가장 이상적인 오징어 가공 폐기물처리는 역시 그 이용 자원의 부가가치있는 이용도를 찾아내어 현재처럼 소각하거나 폐기하지 않고 재 이용하는 방안을 강구하는 것일 것이다. 그렇지만, 오징어 가공폐기물의 고부가가치적 이용방안의 탐색에는 투자와 시간이 들 것으로 여겨진다.

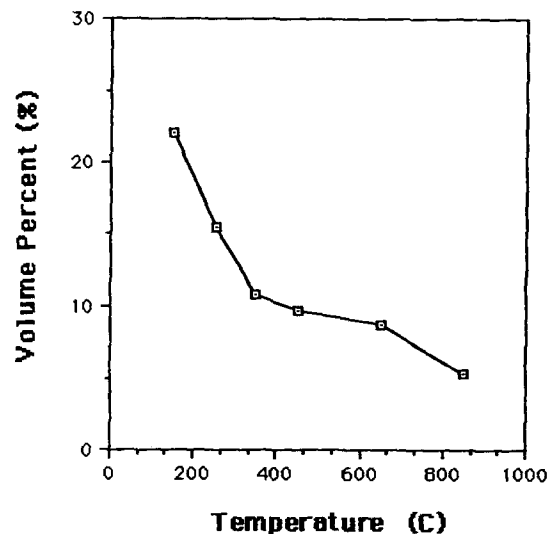


Fig. 2. The volume percent changes of the cuttlefish processing waste before and after 5 hours burning up at several different temperature.

Table 3. Contents of the metals in cuttlefish processing waste after burning up at several different temperature for 5 hrs (unit : ppm)

Conditions	Metals								
	Pb	Cd	Zn	Cu	Fe	Mg	Ca	K	Hg
No burning up	102	2	22	21	70	49	7	1	0.05
150℃ burning up	547	15	142	128	483	398	78	1	N.D
250℃ burning up	505	24	235	198	729	546	62	1.6	N.D
350℃ burning up	492	22	267	274	627	597	82	1.4	N.D
450℃ burning up	386	22	283	258	530	731	141	1.8	N.D
650℃ burning up	547	18	399	374	1056	747	41	2.7	N.D
850℃ burning up	620	2	417	434	1067	898	89	2.4	N.D

N.D : Not detected.

#### 4. 결론

현재 오징어 가공공장에서 나오는 막대한 양의 폐기물(슬러지)의 처리에는 폐기물 재활용방안의 부족, 슬러지 매립의 어려움등 많은 문제점을 안고 있다. 그래서, 그 오징어 가공 슬러지의 효과적인 처리방법모색을 위해 오징어 가공 폐기물의 생물학적 처리로 나오는 많은 양의 슬러지를 소각처리하여 매립시에 항상 문제가 되었던 부피 및 중량을 최대로 줄여 보았으며, 아울러 소각처리 후 유해 중금속 함량을 측정해 보았다. 그 결과 350℃, 2시간 정도의 소각처리로 부피 및 중량이 5% 수준까지 줄어들었으며 유해 중금속으로서 Cd 및 Pb이 일부 검출되었으나 Hg은 검출되지 않아 환경면에서 큰 문제는 없을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 오징어 가공공장 발생 슬러지의 소각에 의한 처리 방법은 소각처리하지 않고 그대로 매립하는 기존 처리 방법의 문제점이었던 매립부지의 한계 및 악취 발생 등을 한몫에 개선할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 이를 실제 시행하기 위해선 슬러지의 소각처리를 위한 설비, 그리고 이에 수반되는 기술의 확보등 많은 연구가 먼저 선결되어야 하리라고 본다.

#### 감사의 글

본 연구수행시 중금속 함량 측정등 본 논문 완성에 큰 도움을 주셨던 국립 수산진흥원소속이셨던 고 황규철 박사님께 이 논문을 바칩니다.

#### 참고문헌

Association of Official Agricultural Chemists, 1990, Methods of the association of official analytical chemists, 13th. ed.  
 Chemical Procedures,1975, National Shellfish Sanitation Program. U.S.Department of Health, Education and Welfare Public Health Service Food and Drug Administration.  
 주현규, 1992, 식품분석실험법. pp.151~285, 유림문화사, 서울.  
 강원 일보사, 1992, '92년 4월 14일자 강원일보 1면.  
 금성남, 1992, 폐기물의 소각처리 방법. 포장 기술, 53(10), 73~78.  
 이용호, 1985, 수산가공학. p.287, 선진 문화사, 서울.  
 須山三千三·鴻巢章二部濱基次·奥田行雄. 1990, イカの利用, p41, 恒星社厚生閣, 東京.