

## 음식물쓰레기의 자원화를 위한 배출업종별 성상 및 특성의 비교분석

주홍수, 박정수, 배재근  
국립서울산업대학교 환경공학과

### I. 서론

최근(99년) 현황으로 통계되고 있는 생활폐기물의 발생량에서 재활용되는 량인 30~40%를 제외하면, 실제 소각 및 매립대상폐기물은 0.45~0.525 kg/인.일 정도이다. 이중 생분해성폐기물(음식물쓰레기)의 량은 50%정도이므로, 실제 음식물쓰레기가 차지하는 발생원단위는 0.225~0.26 kg/인.일 정도로 추정될 수 있다.

현재 음식물쓰레기에 대한 자원화시설을 설치하지 않은 지역의 경우에는 진량 매립에 의존하여 처리하고 있고, 총처리비용은 수거비용이 대략 70,000만원/톤, 여기에 처리비용을 합산할 경우에 100,000만원/톤 이상으로 산출된다. 즉 막대한 처리비용이 요구되며, 많은 환경문제를 야기시키고 있다. 향후 매립지내 직매립을 금지될 움직임에 따라 음식물쓰레기 자원화기술에 대한 관심이 높아지고 있는 상태이며, 일부의 지자체에서는 대규모 처리방법에 대한 조사를 진행 중이다. 최근에는 음식물쓰레기 최종처리비용이 계속적으로 증가하여 자원화방안에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있고, 이 중에서도 퇴비화 및 사료화에 의하여 처리에 의한 경제성을 확보하기 위해서는, 업종별, 지역별 음식물쓰레기의 특성을 파악하여 그 적절한 처리법을 검토하여야 한다.

지금까지 가지자체의 생활쓰레기중의 음식물쓰레기에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔으나, 실제 음식물쓰레기의 발생량에 크게 영향을 미치는 배출처 요식업소 및 단체급식소등이며, 특히 요식업소의 경우에도 취급하는 요리종류에 따라 음식물의 성상에 많은 차이가 있다.

본 연구에서는 생활쓰레기전체가 아닌 음식물쓰레기에만 초점을 두고, 배출원별, 다양한 성상 및 그 특성을 분석, 검토함으로써 그 특성에 맞는 적절한 처리방안과 설계시 고려사항 등을 검토하기 위하여 실시하였다.

### II. 실험방법

#### 1. 대상 시료 및 시료채취

시료는 서울시 JR, SD, KJ, SB, JN, DD구의 6개구 업소 및 공동주택을 선정하여 볶, 어류으로 두 번 채취하였고, 요식업소는 한식, 중식, 일식, 분식, 집단급식소, 비관광 숙박업등의 업종별로 구분하여 직접 방문·채취하였으며, 공동주택은 주택의 규모에 따라 소형, 중형, 대형아파트로 분리수거가 이루어지는 곳에서 채취하였다.

채취수는 한식업소-5개소, 중식업소-5개소, 일식업소-5개소, 분식업소-5개소, 집단급식소-5개소, 비관광 숙박업소-5개소 등 일반음식업소 30개업소와, 아파트로서 소형-3개소, 중형-3개소, 대형-3개소 등 공동주택 9개소로서, 총 39개소에서 채취하였고, 각 배출원별로 발생량이 적은 경우가 있는 것으로 부터 1회 채취량은 3kg이상으로 실시하였다.

#### 2. 음식물쓰레기의 성상분석

음식물쓰레기의 성상과 특성을 파악하기 위하여 총 43가지 항목에 대하여 성상분석을 실시하였다.



여름에는 야채류가 곡류보다 더 많은 비율을 점유하였다. 수분은 약 6%정도로 높은 증가를 보였다. 비관광속박업소도 분식업소와 마찬가지로 수분이 6%정도 증가하였다.

집단급식업소에서는 봄철에 비해 여름철에 곡류는 증가하고 채소류는 감소하는 특이한 현상이 관찰되었다. 여름철 식육부진으로 인한 곡류의 배출 때문이라 사료된다.

공동주택은 평형에 따라 문화수준의 차에 의하여 곡류의 비중이 대형아파트로 갈수록 감소하는 것 외에는 특별한 경향을 관찰할 수 없었다. 요식업소에 비해서 과일류가 높고 어육류가 낮은 것이 특징적이었다. 수분함량은 80.03%~81.96%범위를 보였으며, 밀도 역시 0.93~0.99ton/m<sup>3</sup>의 값으로 변동폭이 작고, 분리수거가 원활히 이루어져 이물질류가 적었으며, 그 함량은 1.86~2.63%범위를 보였다[그림 1].

### 2. 화학적조성 및 기타영양염류

pH는 전체적으로 3.83정도로 약 산성을 나타냈고, 일식에서 가장 높은 값을 보였다. 봄 시료에 비해 여름시료가 낮은 경향을 보였다. 업소별로 평균값을 보면, 일식 4.60, 비관광속박 3.91, 집단급식 3.70, 한식 3.63, 분식 3.61, 중식 3.54 순으로 나타났고, 공동주택은 소형이 3.93으로 가장 높게 나타났다.

염분농도는 약간의 차가 있었으나, 대부분이 거의 비슷한 경향을 나타냈다. 업소별로 봤을 때 일식업소가 1.47%로 가장 높았고, 분식업소에서 0.92%로 가장 낮았다. 공동주택지역에서는 중형아파트가 1.17%로 가장 높게 관찰되었다. 전체평균값을 보면, 1.08%로 비교적 높은 값을 측정되었다.

각종 영양염류의 농도는 업소별로 차는 크지 않았으며, 봄철시료와 여름철 시료모두 업소별로 거의 비슷한 경향을 보였다. 대비되는 점은 칼슘과 나트륨의 경우에는 여름철 시료에서, 마그네슘은 봄철시료에서 많은 양이 함유되어 있었으며, 칼륨의 경우는 봄철과 여름철 모두 비슷하게 결과되었다.

### 3. C/N비와 사료 영양 성분의 분석

수용성의 C/N비가 건물기준보다 높게 관찰되었으며, 수용성C/N비의 경우에 업소별로 중식>집단급식>일식>분식>비관광속박>한식 순으로 나타났으며 실제로 중요도가 높은 건물기준의 C/N비는 수용성의 경우와는 달리 한식이 가장 높게 나타났으며, 한식>중식>분식>집단급식>비관광속박>일식 순으로 나타났다. 공동주택의 경우에는 건물 탄질소비는 소형아파트 12.58> 중형아파트 9.45> 대형아파트 9.37로서 평형이 커질수록 탄질소비가 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 이는 평형이 커질수록 경제적으로 여유가 있으므로 고단백질의 영양을 섭취하기 때문이라 사료된다. 전체평균 C/N비는 수용성에 28.70, 건물에서 11.77로 계산되었다.

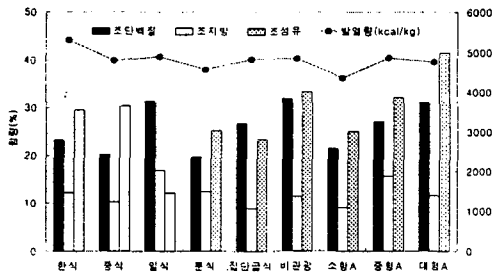
조단백질은 일식업소와 비관광속박업소에서 높았고, 주택의 평형이 커짐에 따라 조단백질은 높아졌다. 조섬유는 야채류와 곡류함량이 높을수록 높게 나타났다. 조단백질 25.95%, 조지방 11.98%, 조섬유 28.11%로 나타났다. 발열량은 평균값이 4804.8kcal/kg으로 비교적 높은 값을 나타냈다[표 3, 그림 2].

표 3. 음식쓰레기중의 사료성분으로 영양성분

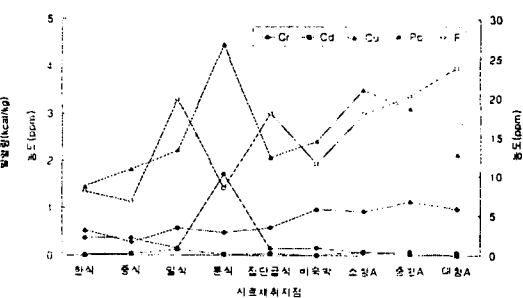
업종별	수분	조단백질	조지방	조섬유	회분	발열량 (kcal/kg)	
일식	봄	73.55	21.00	15.58	23.21	19.28	5494.5
	여름	77.89	25.42	8.74	34.69	11.64	5108.4
	평균	75.72	23.21	12.16	28.96	10.96	5301.5
중식	봄	78.56	21.81	8.97	22.98	7.74	4926.1
	여름	81.68	17.76	11.41	37.77	9.13	4665.6
	평균	80.12	19.78	10.19	30.38	8.44	4795.8
집단급식	봄	72.99	35.02	17.60	9.67	10.91	5379.9
	여름	78.85	25.95	16.15	14.39	10.30	4411.9
	평균	75.92	30.49	16.87	12.13	10.74	4865.9
분식	봄	75.83	22.40	13.58	26.93	11.28	4865.8
	여름	81.76	17.02	11.14	23.52	12.07	4343.9
	평균	78.79	19.71	12.36	25.22	11.72	4574.9
비관광속박	봄	71.05	33.82	8.37	19.40	11.14	5060.1
	여름	82.08	18.94	9.27	27.34	13.93	4607.6
	평균	80.56	26.38	8.82	23.47	11.54	4833.9
소형 APT	봄	76.75	36.81	11.84	32.82	10.07	5197.6
	여름	82.22	22.24	10.83	28.85	20.83	4501.3
	평균	79.49	29.53	11.34	30.84	15.45	4849.5
중형 APT	봄	79.20	19.58	8.88	23.31	10.65	4740.7
	여름	84.12	21.08	9.30	20.91	16.99	3867.4
	평균	81.66	20.33	9.04	25.11	13.95	4344.0
대형 APT	봄	78.78	26.07	18.27	37.32	9.93	5192.5
	여름	81.29	28.37	12.96	28.94	16.73	4541.3
	평균	80.03	27.22	15.61	32.18	13.33	4866.9
전체평균	봄	78.86	35.67	12.90	43.65	10.25	4447.8
	여름	84.96	24.61	10.04	37.31	18.01	4574.4
	평균	81.91	30.14	11.47	40.58	14.14	4761.1

#### 4. 유해물질로서 중금속 및 아플라톡신의 분석

전체적으로 중금속농도를 종합해서 계산한 결과, 평균값이 Cr : 0.711mg/l, Cd : 0.038mg/l, Cu : 2.557mg/l, As, Hg : 미검출, F : 14.99 mg/L로 아주 낮은 값을 나타냈으며[그림 3], 이러한 수치는 사료화 및 퇴비화 등 잔반을 재이용하는데 유해물질이 미치는 영향은 높지 않은 것으로 판단되었다. 불소는 일식업소에서 가장 높게 나타났고, 요식업소보다는 공동주택에서 보다 높게 관찰되었다. 아플라톡신의 경우에는 모두 정성분석 단계에서 검출되지 않았다.



[그림 2] 각종 영양물질의 함량 및 발열량



[그림 3] 음식물쓰레기내의 각종 중금속의 농도(함량)

#### 5. 총균수 및 각종 병원성미생물의 분석

총 균수는 그 평균값이 1g당  $6.6 \times 10^9$ 개(마리)이고, 대장균은  $2.63 \times 10^5$ (마리) 상당히 높은 값을 나타내었으며, 이는 요리 후의 각종 음식물에서 같은 경향을 나타내고 있는 것으로 요리후에 체류되는 동안에 각종 균에 의하여 오염진행되는 것으로 생각할 수 있다. 이러한 총균류 및 대장균은 오염의 지표로서 사용하는 것으로 오염이 되어 있다고 단정하는 것은 곤란한 지표이다.

오염되어 있다고 단정할 수 있는 균들이 살모넬라와 리스테리아 등의 병원성 미생물로서 이러한 균은 정성단계와 정량단계를 거쳐 분석되었으나, 검출되지 않았다.

#### IV. 결론 및 고찰

전체적으로 요식업소와 공동주택간의 성상은 다소 차이가 있었고, 요식업소에서 계절별 변동이 심하였다. 조성별로 채소류가 가장 많이 차지하였고 또한 계절에 따라 채소류의 함량은 차이가 많았다. 따라서 자원화 시설을 설계할 경우 계절요인을 반영하고, 요식업소와 공동주택의 수거비율에 따라 추정을 해야 할 것이다. 수분의 변동은 일식, 비관공속박업, 한식업소에서 계절적인 변동이 컸고, 요식업소에서 배출되는 이물질의 비율이 공동주택에서 보다 높았다. 요식업소에서는 비닐류 및 금속물질은 사전분리수거하는 대책이 필요할 것으로 판단되었다.

염분은 일식과 중형아파트에서 가장 높았다. 대부분 염분농도가 1% 전후로 높게 관찰된 것으로부터 자원화 시설을 설계시에 염분의 축적에 대한 세심한 배려가 필요한 것으로 판단되었다.

또한 자원화의 저해요인으로 고려할 수 있는 중금속은 전체시료에 크게 문제되는 곳이 없었으며, 병원성미생물에 대해서도 큰 문제점이 발견되지 않았다. 그러나 각종 병원성균등은 음식물쓰레기가 장기간 체류되면서 부패되어 오염될 수 있으므로, 수집운반체계내에서 수집시간의 단축 및 사료화등을 시행할 경우에는 전처리과정에 병원성균의 오염을 대비한 시설을 강구해야 할 것으로 판단된다.