

수분조절제로 석탄회를 첨가한 음식쓰레기 퇴비화과정 중 미생물상의 변동

성순희* · 김우성** · 서정윤**

경남개발연구원 · 창원대학교 공과대학 환경공학과**

Effect of Coal Fly Ash on Changes of Microbial Flora during the Household Garbage Composting

Soon-Hee Seong* · Woo-Sung Kim** · Jeoung-Yoon Seo** (Kyeongnam Development Institute, Changwon 641-060, Korea, Dept. of Environmental Engineering, College of Engineering, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea)

Abstract : The purpose of this study was to investigate the change of microbial flora of using coal fly ash as humidity conditioner during the household garbage composting. The summarized results of microbial flora were as follows:

There was no difference of the seasonal fluctuation of mesophilic and thermophilic microorganisms. The population of thermophilic actinomycetes was rapidly increased in winter, but not much changed in spring and summer. Thermophilic and mesophilic fungal flora were increased at the same time, but the population of thermophilic fungal flora was smaller than that of mesophilic. The population of bacteria, actinomycetes and fungi showed not much difference.

서 론

우리나라에서는 1994년 9월부터 집단 급식소 및 대형 음식점에 대하여 퇴비화를 의무사항으로 규정하고 있을 정도로 음식쓰레기 퇴비화의 중요성이 날로 부각되어지고 있으며, 따라서 퇴비화에 관한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 특히 우리나라 음식쓰레기 특성상 수분함량이 높은 점을 고려하여 수분조절에 관한 연구가 많이 이루어지고 있는데 주로 임의의 물질을 첨가하여 수분을 조절하는 경우와 열에 의한 건조가 행하여지고 있다. 그러나 수분조절제는 양적 부족과 운반상의 문제점 등으로 경제적 부담이 있으며, 기계적 탈수 및 건조시에도 전력소비로 인한 경제적 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 농업적 이용이 가능한 것으로 알려진 화력발전소의 심각한 산업폐기물인 석탄회를 수분조절제로 이용할때 가정에서 발생하는 음식쓰레기 퇴비화 과정중의 미생물상의 변화를 검토하고자 하였다.

연구방법

소형퇴비화용기는 음식쓰레기 발생량을 1일 1인

250g으로 예상하여 제작된 5인가족의 가정용으로, 실용적이 가로·세로 40cm, 높이 85cm인 사각통이었으며 스테인레스 재질이었다. 용기의 측면벽은 이중으로 하고 내부벽은 직경 2mm 구멍을 10mm 간격으로 뚫어 다공성으로 하여 퇴비더미속으로 산소공급이 원활하도록 하였다. 용기의 내부에는 매일 투입되는 퇴비원료물질이 구분될 수 있도록 10일씩 사각형 다공판을 분리판으로 넣었다.

퇴비원료물질은 주거형태가 다른 아파트와 단독주택의 한 가정을 각각 선정하여 매일 발생하는 음식쓰레기를 학교실험실에 설치되어 있는 소형퇴비화용기에 투입하였다. 이때 투입되는 퇴비원료물질은 음식쓰레기와 석탄회를 무게비로 대략 4:1 정도로 혼합하여 퇴비화 적정 수분함량(50~60%)으로 조절하였다. 투입 시료량은 임의의 조절없이 발생되는대로 즉시 투입하고, 10일씩 다공성 분리판으로 층을 구분하였다.

계절별기온의 변화가 뚜렷한 점을 고려하여 봄·여름·겨울 3계절별 각각 60일간 퇴비화 실험을 실시하였다. 실험기간은 Table 1과 같다.

젖은 시료 50g을 450ml 멸균수 (0.18% sodium

Table 1. Experimental Period

season	winter	spring	summer
period	'95. 1. 3~3. 4	'95. 3. 21~5. 20	'95. 6. 18~8. 17

pyrophosphate 함유)에 현탁후 30분간 진탕하여 채취된 시료를 토양미생물 실험법에 따라 현탁액을 1:10으로 연속희석, 배지에 혼합하여 평판을 만들었다. 중온균은 32°C에서 4~5일간, 고온균은 55°C에서 3~5일간 배양후 colony 수를 계수하여 시료 1g 당 미생물수를 산정하였다. 미생물 종류별 사용한 배지의 조성은 Table 2와 같으며, 이때 pH는 7로 조정하였다.

Table 2. Media Composition for microbial isolation

Microbial Group	Composition of Media (g/l)
Bacteria	Nutrient Agar Medium
	Nutrient broth : 8, Agar : 7.5(12.5)
Actinomycetes	Sucrose Nitrate Medium
	Sucrose : 30, NaNO ₃ : 2, K ₂ HPO ₄ : 1, MgSO ₄ · 7H ₂ O : 0.5, KCl : 0.5, FeSO ₄ · 7H ₂ O : 0.01, Agar : 7.5(12.5)
	2% Malt Agar Medium
	Malt extract : 20, Agr : 7.5(12.5)
Fungi	

결과 및 고찰

퇴비의 원료물질인 부엌쓰레기는 지역, 식생활 패턴 및 계절에 따라 그 양과 특성이 상당히 다르므로 퇴비에 활동하는 미생물상도 변화한다. 따라서 주거형태가 다른 아파트 한 세대와 단독주택 한 세대를 선정하여 발생하는 음식쓰레기를 퇴비원료물질로 사용하였으며, 계절별 실험도 실시하였다. 또한 pH와 미생물 활동과의 관계를 알아보기 위하여 pH를 5와 7로 조정하여 겨울철 실험한 결과 Fig. 1

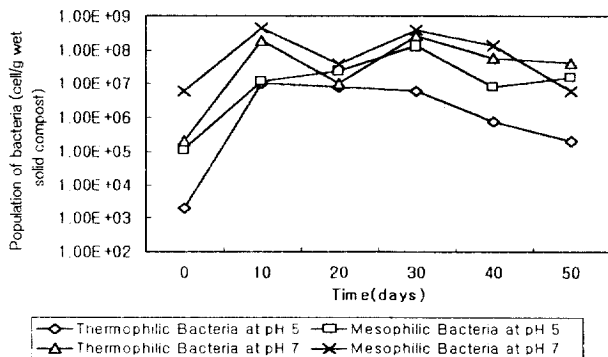


Fig. 1 Changes in number of bacteria during composting period with different pH..

에서 나타난 것과 같이 대략 10⁷개 정도 관찰되었다. 방선균과 사상균 역시 비슷한 경향을 보였다, 따라서 이후 봄철과 여름철 실험에서는 pH를 7로 조정하였다.

Fig. 2와 Fig. 3에는 중온성세균과 고온성세균의 flora변화를 나타내었다. 초기 퇴비화원료물질에 호기성 중온성세균이 시료 습중량 1g당 10⁸에서 10⁹개 정도 존재하였으며 계절에 관계없이 퇴비화가 진행됨에 따라 큰 변화없이 10⁷정도로 거의 일정하게 유지되었다. 온도변화가 거의 일정했던 여름철 고온성세균수 역시 큰 변화없이 10⁷정도로 일정하였으나, 겨울철 고온성세균은 초기 10⁵개에서 퇴비화 진행 10일 후 급격히 증가하여 10⁸개가 나타났으며 이후 약간의 증감이 있었다.

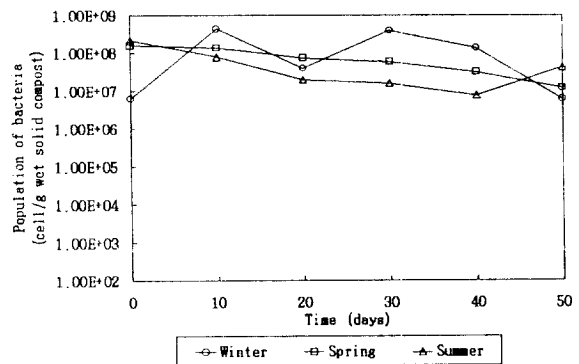


Fig. 2 Changes in mesophilic bacterial population.

따라서 일반적인 퇴비화과정에서 나타나는 현상인 퇴비화 초기에 중온성 미생물들이 주로 유기물을 분해하고 이 분해열로 온도가 상승됨에 따라 고온성 미생물로 대체되었다가 점차 온도가 상온으로 하강하면 다시 중온성 미생물이 증가하는 현상이 본 실험에서는 관찰되지 않았다. 이는 본 실험에서의

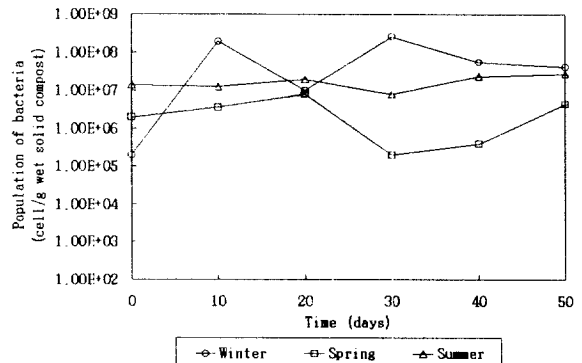


Fig.3 Seasonal changes in thermophilic bacterial population.

온도와 밀접한 관계가 있는 것으로, 계절별 다소의 차이는 있지만 대부분 최고 상승온도가 40℃ 내외로. 중온성 미생물과 고온성 미생물 모두 활동 가능한 온도이므로 거의 비슷한 미생물수가 공존하는 것으로 추정되었다. 또한 퇴비화 경과에 따른 미생물수가 일정한 것 역시 온도변화가 크지 않은 것이 그 원인으로 여겨졌다.

Fig. 4와 Fig. 5는 퇴비화 진행에 따른 방선균 flora의 변화를 나타낸 것이다. 중온성 방선균은 봄철과 여름철에 초기 퇴비원료물질 습증량 1g당 10^8 개 전후인데 비하여 겨울철에는 이보다 적은 수인 10^5 개 정도 이었으며, 이후 퇴비화 진행과정에서는 3계절 모두 큰 변화없이 비슷한 경향이였다.

고온성 방선균은 겨울철에는 퇴비화 초기 10^2 개에서 10일 경과후 10^7 개로 급격하게 증가하였다가 30일경에는 다시 10^4 개로 감소한 후 50일에는 10^5 개 정도로 다시 증가하였다. 또한 봄철에는 10^5 개정도에서 완만하게 증가하였고, 여름철에는 초기 10^6 개에서 30일경에 약간의 감소후 최종 60일에는 10^5 개 정도 관측이였다.

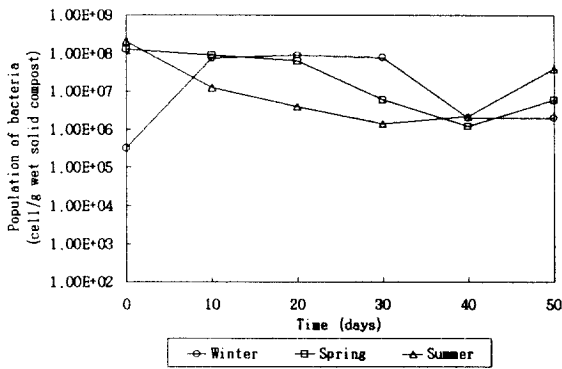


Fig. 4 Changes in mesophilic actinomycetes population.

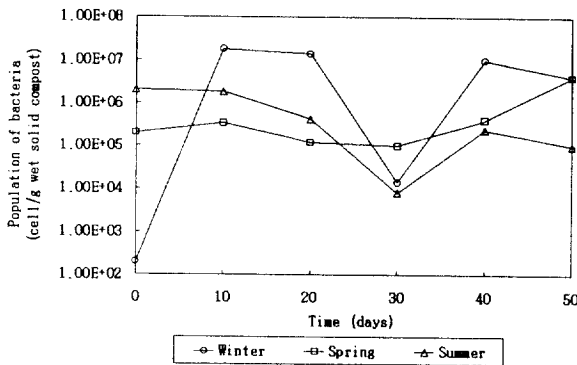


Fig. 5 Changes in thermophilic actinomycetes population.

Fig. 6과 Fig. 7은 퇴비화 과정에서 관찰된 사상균 flora의 경시적 변화를 나타낸 것으로, 고온성 사상균은 초기 퇴비물질 습증량 1g당 겨울철엔 10^2 개 정도, 봄철에는 10^4 개 정도 관측되었으며 여름철에 10^6 개 정도로 계절별 약간의 차이를 보였다. 이후 퇴비화 경과 60일에는 10^6 개 전후로 거의 비슷한 수의 고온성 사상균이 존재하였다. 중온성 사상균은 초기 10^5 개에서 10^7 개 전후로 존재하다가 퇴비화 경과 40일경에 3계절 모두 감소후 약간의 증가 현상을 보였다.

따라서 본 실험에서의 가장 큰 특징은 계절간 차이없이 세균, 방선균, 사상균이 많은 수로 존재하며, 고온성 미생물과 중온성 미생물의 증감이 동시에 일어났는데, 이는 본 실험에서의 온도 변화가 적은 것이 주원인으로 생각되었다.

본 실험에서 세균수는 이동¹⁾의 실험 결과보다 대략 10^2 개정도 많은 것으로 조사되었고 질량 감소율 역시 서등²⁾의 결과보다 8% 높은 점으로 미루어 볼 때 세균수가 음식물 쓰레기 분해에 영향을 미침을 밝힌 기존의 연구 결과를⁴⁾ 다시 확인시켜 주었다.

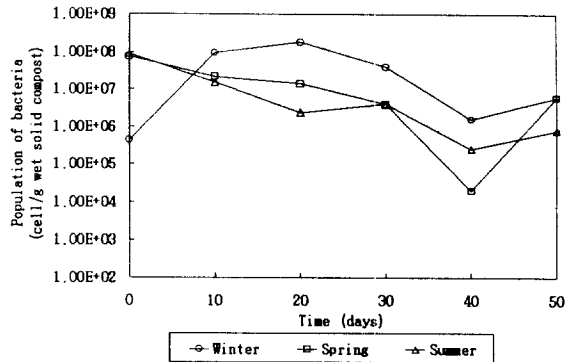


Fig. 6 Changes in mesophilic fungal population.

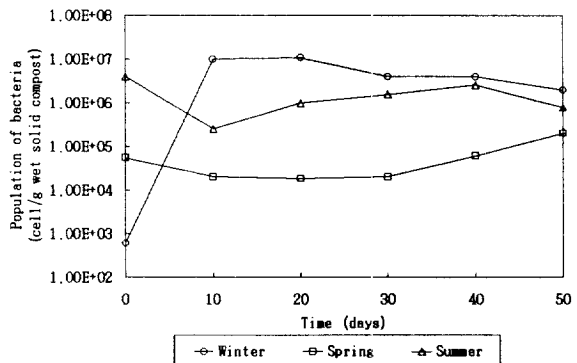


Fig. 7 Changes in thermophilic fungal population.

결 론

원활한 퇴비화를 위해서 석탄회를 수분조절제로 첨가하여 가정에서 발생하는 음식쓰레기를 퇴비화 하였다. 이 퇴비화과정에서의 미생물상의 변동을 조사한 결과 다음과 같이 나타났다.

3계절 모두 중온성 세균과 고온성 세균은 동시에 증감하는 경향을 보였다.

겨울철에는 고온성 방선균이 초기에 급격히 증가 하였으나 봄철, 여름철에는 퇴비화 기간중 큰 변화가 없었다.

사상균 역시 고온성 사상균과 중온성 사상균의 증감이 동시에 일어났으며, 고온성 사상균의 균수가 적었다.

세균, 방선균, 사상균은 균수에서 큰 차이가 없었다.

참고문헌

1. 이연, 주우홍, 서정윤, (1994), 가정용 소형 퇴비화 용기에 의한 부엌쓰레기의 분산식 퇴비화 II. 실험실 조건에 있어서 미생물상의 변동, 한국환경농학회, 13(3), pp.338~345.
2. 서정윤, 주우홍, (1994), 가정용 소형 퇴비화 용기에 의한 부엌쓰레기의 분산식 퇴비화 I. 실험실 조건에서 퇴비화 연구, 한국환경농학회, 13(3), pp.321~337.
3. V. Rheinbaben W. (1979), Abbau der organischen substanz von sidedlungsabfaellen bei verschiedenen temperaturen im laborversuch, Mueil und Abfall, pp.25~31
4. 裴英眞, 金子榮黃, 勝田賢二. (1993), 도시폐기물의 퇴비화 과정에 있어서 미생물수와 증식활성, 유기성 폐기물 자원화, 1(1), pp.59~68.