제 출 문

경남지역환경기술개발센터장 귀하

본 보고서를 “창원시 하천의 미생물상 해석 및 자정 능력 평가”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 창원대학교

연구책임자 : 주우홍(자연과학대학 생물학과)

연 구 원 : 김선아, 김청혜

요 약 문

Ⅰ. 제목

창원시 하천의 미생물상 해석 및 자정 능력 평가

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

미생물의 다양한 기능을 파악하는 것은 환경에서 주요한 분야이다. 특히 토양, 하천 하수, 오폐수처리계에서의 미생물상의 정확한 해석과 이들의 변동의 정량적인 분석은 수처리, 환경정화, 환경복원등의 분야에서 선행적으로 연구가 요구되고 있으며, 나아가 정화 및 처리 효과를 향상시키는데 있어서도 해결되어야 할 중요한 과제로 지적되고 있다. 그러나 미생물생태학적 측면에서 토양, 하천 하수, 오폐수처리계에서의 미생물에 대한 연구는 기술적인 난관이 많이 존재하고 있다. 이러한 난관을 극복하고 정량적으로 전체 미생물상을 파악하기 위하여는 최근의 미생물화학분류학, 분자생물학, 기기분석법의 발전과 분석기기의 개발에 힘입어 분리 동정의 과정없이도 환경에 있어서의 미생물의 동정 및 동태 파악이 가능하게 되었다. 특히 quinone profile을 이용한 기법과 핵산 probe를 이용한 특정 미생물의 검출과 이들에 대한 동태 해석 그리고 지방산 분석에 기초한 동태해석은 최근 환경미생물학 및 환경공학에의 도입이 활발히 이루어지고 있다. 여기에서 quinone profile을 이용한 기법은 핵산 probe를 이용한 특정 미생물의 검출과 동태해석 기법에 비하여 경제적이고 정량적이며 보다 많은 시료를 처리할 수 있는 이점이 있다. 그러므로 본 연구에서는 창원시 하천의 미생물상을 해석하며 활동하는 미생물의 종류를 동정하고 나아가 자정작용을 정상적으로 하고 있는지 유무와 자정작용과의 미생물의 관계를 파악하고자 quinone profile을 이용하여 해석하였다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

1. 계절별 하천의 물리화학적 성상 조사
본 연구의 대상은 창원시 대표 하천 10곳을 대상으로 DOC등의 물리화학적 성상에 대해 공정시험법에 따라 측정 평가하였다.

2. 계절별 미생물상의 화학분류학적 해석을 미생물의 quinone계를 추출하여 동정하고 이들을 정량적으로 분석하여 평가하였으며, 계절별 변동을 조사하여 상기 하천의 물리화학적 성상에 기초하여 하천의 자정작용을 평가하였다.

3. 문헌고찰을 통해 미생물의 quinone계에 대해서 조사하여 자연의 물리·화학적 특성에의 적용과 자연에서의 자정작용의 향상등 자연을 관리하기 위한 공학적 및 정책적 방법에 대해서 조사하였다.

Ⅳ. 연구결과

창원시 하천을 대상으로 물리화학적 성상과 미생물상을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 전 조사지점의 수온본포는 8월에는 29.5-35.1℃이었다. DO의 분포는 3.6-6.1 mg/l 이었다. pH의 분포는 7.42-8.44이었다. 남천하류, 가음정천, 토월천, 창원천에서 pH가 높았다. DOC의 분포가 1.29-8.88 이었다. BOD 분포는 0-9.34ppm이었다. 높은 지점은 내동천으로 BOD 값이 10.87ppm 이었다. CODcr의 분포는 8월 0.20-34.50ppm이었으며, 최고값을 나타내는 지점은 내동천, 토월천, 남천이었다. NO_3-N의 분포는 0.05-1.00 이었으며, 최고값은 보이는 지점은 가음정천이었다. NH_3-N의 분포는 0.35-8.21이었으며, 최고값은 보이는 지점은 내동천이었다.

2. 10월 수온본포는 16.8-22.0℃이었다. DO의 분포는 10월에는 2.06-11.93 mg/l 이었으며 pH의 분포는 7.00-8.59이었다. 10월중에 남천상류, 창원천, 하남천, 내동천에서 pH가 높았다. DOC의 분포는 0.5-11.2이었고, BOD 분포는 2.11-10.61ppm이었고, 높은 지점은 역시 내동천으로 BOD 값이 10.61ppm 이었다. CODcr의 분포는 5.95-32.20ppm이었고, 최고값을 나타내는 지점은 남천상류, 남천하류이었다. NO_3-N의 분포는 0.09-8.06이었고, 최고값은 보이는 지점은 내동천이었다. NH_3-N의 분포는 1.16-13.90이었다. 최고값은 보이는 지점은 창원천, 남천, 내동천의 순이었다.

3. 겨울 하천의 수온본포는 6.4-12.1℃이었다. DO의 분포는 1월에는 5.28-14.92 mg/l 이었으며 pH의 분포는 7.67-8.22이었다. 1월중에 내동천, 남천하류, 하남천에서 pH가 높았다. BOD 분포는 1.81-20.13ppm이었고, 높은 지점은 역시 다른 계절과 동일하게 내동천이었다. CODcr의 분포는 6.8-154.4ppm으로 창원천하류에서 매우 높은 수치를 보였다. NO_3-N의 분포는 8.54-24.54이었고, 최고값은 보이는 지점은 토월천, 남산천이었다. NH_3-N의 분포는 1월 3.53-24.05이었다. 최고값은 보이는 지점은 토월천, 창원천 하류의 순이었다.

4. 계절별로는 온도가 급격히 낮아지지 않은 한 생균수의 변화는 없었다. 8월에는 남천하류에서 가장 세균이 많이 확인되었으며, 다음으로 남천, 토월천에서 많은 세균이 확인되었다. 균류는 세균에 비하여 상대적으로 적은 수가 확인되었다. 가을의 생균수는 앞에서 언급한 바와 같이 큰 변화는 없었

으나, 가장 많이 존재하는 장소는 봉암교밑, 창원천하류, 내동천, 남천하류 이었다. 한편 총균수는 전체적으로 생균수보다 10^4개 정도 더 많은 것을 확인하였다. 겨울의 생균수는 봉암교밑, 남천하류, 토월천의 순으로 미생물이 많이 존재하였다.

5. 분리하여 관찰할 수 있는 세균의 종류는 20종 이내 이었으며 균류는 2-3종이 존재함을 알 수 있었다. 분리된 세균중에서 대표적인 균종은 여름에는 주로 *Pseudomonas, Zoogloea* 등 속으로 추정된다. 가을과 겨울에도 여름과 유사한 균종이 주요균종으로 분리되었다.

6. 모든 시료에서 UQ, MK. PQ이 관찰되었다. VK1은 남천과 토월천에서만 관찰되었고, UQ중에서는 UQ-8, UQ-10, MK중에서는 MK7이 모든 시료에 존재하고 있었다. 그 외 UQ-7, UQ-9, MK-6, MK-9, MK-10그리고 기타 MK등은 소량만 존재함이 확인되었다. Total quinone concentration은 변화가 다소 있었고, DOC에 따라 total quinone concentration 다소 증가하였고, UQ, PQ-9와 VK1도 변화함이 관찰되었다.

7. Total quinone, ubiquinone, menaquinone에 기초한 미생물 다양성 지수를 보면 먼저 DQq(total quinone에 기초한 미생물 다양성) 지수는 봉암교밑, 남천, 내동천의 순으로 높았다. DQuq(ubiquinone에 기초한 미생물 다양성) 은 하남천, 창원천상류, 가음정천의 순으로 지수가 높았다. DQmk(menaquinone에 기초한 미생물 다양성)에서는 봉암교밑, 남천상류 순이었다.

8. 미생물군집간의 dissimilarity(D)지수에 기초한 비유사도를 계산한 결과에서 보면 토월천은 가음정천과 군집간에 차이가 있었으나, 상대적으로 미생물군집이 유사함을 알 수 있으며, 봉암교밑이 하남천과 다른 지역에 비하여 가까운 미생물군집임을 알 수 있었다. 창원천 상류는 미생물군집면에서는 내동천과 가까운 것을 알 수 있었으며, 창원천하류는 가음정천과 군집면에서 가장 연관이 되어 있었으며, 내동천은 남천에 가장 근연하고 있음을 알 수 있었다.

Ⅴ. 연구결과의 활용계획

- 환경내의 미생물상의 해석 기술개발과 도입으로 환경 모니터링 기술을 확립할 수 있으며
- 각종 환경공학공정에서 정확한 미생물상 해석이 가능하며, 이를 활용하면 공정의 올바른 운용과 수정이 가능할 것 이다.
- 환경 모니터링 기술을 하천, 하수, 오폐수분야만이 아니라 폐기물, 토양환경분야에도 적용 가능하며 본 연구결과가 경남 지역 하천에 대한 기초 자료로 활용될

수 있을 것이며

- 특히 환경복원분야에도 적용 가능하며 기술도입이나 기술료 지급없이 국내기술로만으로도 각종 환경 미생물 모니터링이 가능하여 환경미생물공학분야의 핵심기술로 환경에서의 자정작용을 하는 미생물상의 해석에 활용할 수 있다.

- 창원시 하천에서의 미생물상에 대한 연구에 기초하여 향후 전 하천의 미생물상 해석에 활용할 수 있으며, 나아가 자정작용과의 상관관계에 대한 정확한 해석을 통하여 자정작용의 향상에도 활용할 수 있을 것이다.