

화학유연제, Organopolysiloxane 분해세균의 분리 및 특성

이정훈 · 손동철¹ · 김 정² · 김현수 · 유대식*

계명대학교 자연과학대학 미생물학과

¹경상북도 보건환경연구원

²수원여자대학 치위생학과

화학유연제와 화학호제를 생산하는 공장의 폐수와 인근 토양으로부터 화학유연제, organopolysiloxane(OPS)을 분해하는 33종의 세균을 분리했다. 이들 중 활성이 뛰어난 5균주에 대하여 미생물학적 특성과 화학유연제의 제거효율을 검토했으며, 5균주 중 화학유연제의 제거효율이 가장 양호한 W3712균주의 동정을 실시했다. 선별된 분리균주 5균주는 37°C에서 5일간 진탕배양하므로써 2,500 mg/l 화학유연제를 65.2~67.9% 제거시켰다. 분리균주인 W3712, S3712와 S3723균주의 생육최적 pH는 7.0~7.5였으며, W2811과 W2823균주는 pH 6.5~7.0이었다. 그리고 W3712균주의 생육최적온도는 37°C였으나, 다른 4균주는 30°C에서 생육이 가장 양호했다. 분리균주 5균주는 배양초기 pH 7.0에서 화학유연제를 가장 잘 제거했으며 5일간의 배양으로 62.0~65.6%의 제거효율을 나타냈다. 그리고 W2811균주, W2823균주, S3721균주와 S3723균주는 30°C에서 화학유연제를 가장 잘 제거시켰으며, W3712균주는 37°C에서 가장 잘 제거시켰으며 제거효율은 66.0%였다. 특히, 이들 균주에 의한 화학유연제의 제거에 있어서 통기량은 별다른 영향을 미치지 않았다. 화학유연제의 제거능이 우수한 W3712균주를 *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* W3712로 동정하고 명명하였다.

Key words □ chemical softener, *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* W3712, decomposition of chemicals

오늘날 심각하게 대두되고 있는 환경오염의 방지를 위해 오염원의 규제 및 처리기술의 다양한 연구개발이 수행되고 있다. 특히 오염의 큰 비중을 차지하는 산업폐수는 유독성 물질을 비롯하여 난분해성 물질로 인하여 처리에 고심을 하고 있는 실정이다. 미국, 일본 등 선진국에서는 오래 전에 특정 폐수의 분해에 적합한 미생물제제를 개발하여 사용하고 있으며(5,6), 미국의 POLYBAC사가 개발한 Hydrobac, Nitrobac-RX, Phenobac, Lignobac-L, Polybac-E 등(2)의 도시하수처리, 석유정제, 화학공업, 종이·펄프공업, 식품공업 폐액의 처리와, 최근 각종 토양오염의 수복을 위한 bioremediation 등에 적합한 제품이 개발되어 있다. 우리나라에도 이같은 미생물 제제가 수입되어 사용되고 있으나 폐액의 성질에 따라 분해능이 미흡하거나 시간이 경과함에 따라 분해능을 상실하는 문제가 야기되고 있어서, 특정폐수에 적합한 분해 미생물을 개발할 필요성이 대두되고 있다.

화학유연제와 화학호제를 생산하는 공장에서 배출되는 폐수는 매우 높은 화학적 산소 요구량(chemical oxygen demand, COD)을 가진다. 즉, 화학반응조에서 한 품목을 생산하고 다른 품목의 제품을 생산하기 위하여 반응조를 가능한 적은 량의 물을 사용하여 씻어야 하기 때문이다.

이들 생산업체는 산업폐수를 직접 처리하지 않고, 폐수처리회

사에 위탁처리 하므로 폐수의 COD부하와 폐수의 량에 따라 처리비용이 산정되기 때문에 폐수의 량을 최소화 해야하며 폐수의 COD부하도 최소화 해야한다. 화학유연제 생산공장 산업폐수의 COD_{Mn} 부하는 4,000~15,000 mg/l로서 고농도 산업폐수이다(1)

따라서 섬유염색·가공공장이나 화학호제 및 화학유연제 등의 조제 생산공장에서 배출되는 폐수는 매우 높은 BOD 및 COD 부하 때문에 그 처리에 고심을 하고 있는 실정이다. 특히, 섬유염색공장에서 배출되는 폐수는 염료 뿐 만 아니라 화학유연제와 화학호제 폐수 등의 유입으로 오염원의 종류가 다양하여 폐수의 수질이 크게 변동하므로 화학처리 및 생물학적 처리에 어려움을 당하고 있다. 이같은 이유로 폐수의 전 처리 과정으로 혐기적 처리가 병행되고 있으나 유입폐수의 양적인 문제로 단기간의 처리에 따른 처리효율이 낮은 실정이다. 또한 소규모 각종 조제 생산 공장의 경우, 화학유연제와 화학호제 폐액을 비롯하여 다양한 폐수를 저장하여 폐기의뢰하고 있으나 폐액의 부하량에 따른 처리비용이 문제가 되고 있다. 따라서 호기성, 혐기성 및 통성 혐기성 처리가 가능한 다양한 미생물제제의 개발과 함께 소규모 저장조에서의 응용이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 상기 목적을 위해 화학유연제폐수 및 화학호제 폐액을 특이적으로 분해하는 미생물제제를 개발하기 위하여, 화학유연제인 organopolysiloxane(OPS)을 특이적으로 분해할 수 있는 미생물을 분리하여 OPS의 분해에 미치는 특성을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

*To whom correspondence should be addressed
Tel: 053-580-5252. Fax: 053-580-5164
E-mail: tsyu@kmucc.keimyung.ac.kr

재료 및 방법

사용시약

화학유연체인 organopolysiloxane은 대한유화주식회사(대구광역시 달서구 성서공업단지 2지구)의 제품인 Silisoft DH-ES를 사용했으며, 화학구조식은 Fig. 1과 같으며, R과 R'는 alkyl 기로서 제조회사에 따라 다른 기를 사용하며 결합된 기는 회사의 비밀로서 공개되지 않고 있다. 이 제품은 미황색의 투명한 액상으로서 약이온/비이온성이며, 물에 쉽게 분산되는 특성을 가지며 모든 섬유에 작용되는 탄성이 있는 microemulsion 형태로서 유연하고 부드러운 촉감을 부여하는 화학유연제이다.

실험균주의 배양 및 보존에 사용된 시약은 Difco Laboratories (Detroit, MI, USA)의 제품을, 그 이외의 시약은 주로 Sigma (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용했다.

균주의 선별 및 동정

본 실험에 사용된 균주는 대구광역시 성서공단내 화학유연제와 화학호제의 생산공장의 폐수 저장탱크와 공단토양으로부터 균원시료를 채집하여 세균을 분리·선별했다.

채취한 토양시료를 가압증기살균한 멸균수 5 ml가 든 시험관에 1 g의 시료를 넣어 현탁하였다. 현탁액을 약 3분간 정치한 후, 상등액을 1백급이 취하여 화학유연제가 함유된(4,000 mg/l COD_{Mn}) LB한천배지(1% peptone, 0.5% NaCl, 0.5% yeast extract, 1.5% agar, pH 7.0)에 도말하여 37°C에서 배양하여 생성되는 세균집락으로부터 분해세균을 분리했다.

분리균주의 분류학적 특성은 長谷川(3)의 방법에 준하여 조사했으며, 동정은 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*(7)의 방법에 의하여 수행되었다.

실험균주의 pH 및 온도에 대한 균 증식도

균배양시 초기 pH, 배양온도 및 배양시간에 따른 균 증식도를 각각 측정하여 실험균주의 생리적 특성을 규명했다.

배양액의 배양초기 pH에 따른 균 증식의 영향은 pH 5.5~9.0 까지 각 단계별로 37°C에서 실험균주를 24시간 진탕배양(150 rpm, Vision Scientific Co., LTD. model K.M.C-8480S)하여 균의 증식도를 측정했다. 배양액의 초기 pH의 조절은 표준폐수를 무균적으로 살균된 1 N NaOH와 1 N HCl을 사용하였다.

온도에 따른 균 증식의 영향은 25~37°C까지 각 단계별로 pH 7.0의 표준폐수에 실험균주를 24시간 진탕배양하여 균의 증식도

를 측정했다.

배양시간에 따른 균 증식의 영향은 pH 7.0의 표준폐수에 실험균주를 1백급이 접종하여 37°C에서 진탕배양하면서 각 시간별로 균의 증식도를 측정했다.

실험균주의 증식도는 분광광도계(Hitachi 100-40, Tokyo, Japan)를 사용하여 660 nm에서 배양액의 흡광도(OD)를 측정하여 표시했다.

실험균주의 분류학적 특성

실험균주의 분류학적 특성을 규명하기 위하여 형태 및 생리학적 성질을 조사했다. 실험균주의 형태는 광학현미경 및 전자현미경으로 관찰했으며, 그람염색은 Merck® KGaA의 Bactident Aminopeptidase (Darmstadt, Germany)를 사용하여 측정했다. 즉, 그람음성 세균의 세포막에 L-alanine aminopeptidase가 독점적으로 존재하여 효소활성을 나타낸다. 실험균주의 배양 집락으로부터 신선한 균체를 증류수에 현탁시키고, 현탁액을 위의 효소로 37°C에서 10-30분간 처리하여 황색으로 변색되면 그람음성 세균이며 변색되지 않으면 그람양성 세균으로 판정했다.

표준폐수

실험에 사용된 표준폐수는 COD_{Mn}값이 2,500 mg/l의 농도가 되도록 화학유연제의 상품인 Silisoft DH-ES (35% organopolysiloxane)를 탈이온 증류수로 희석하여 조제했다. Silisoft DH-ES 제품을 희석하면 서서히 분해되므로 실험하기 전에 표준폐수를 조제하여 사용했다.

COD 측정

COD의 측정은 Standard method(4)에 따라 실시했으며, 주로 이용되는 KMnO₄법과 K₂Cr₂O₇법 중 KMnO₄법을 사용하였다. KMnO₄법에는 산성 100°C와, 알칼리성 100°C 두 가지 조건에서 측정하는 방법이 있는데, 산성 조건은 염소이온이 2,000 mg/l 이하인 반응시료에 적용하며, 그 이상일 때는 알칼리성 방법에 따른다. 본 실험은 산성 100°C에서 과망간산칼륨에 의한 화학적 산소요구량을 측정하였다.

300 ml - 환저 플라스크에 시료 적당량을 취하여 물을 넣어 전량을 100 ml로 하고, 32.3% H₂SO₄ 10 ml를 넣고 Ag₂SO₄ 분말 약 1 g을 넣어 세계 흔들어 준 다음, 수분간 방치한 후, 0.025 N KMnO₄ 용액 10 ml를 정확히 넣고 환저 플라스크에 냉각관을 붙이고 수욕의 수면이 시료의 수면보다 높게 하여 끓는 수욕 중에서 30분간 가열한다. 냉각관의 끝을 통하여 소량의 물을 사용하여 냉각관을 씻어준 다음, 냉각관을 폐고, 0.025 N Na₂C₂O₄ (sodium oxalate) 10 ml를 정확하게 넣고, 60-80°C를 유지하면서 0.025 N KMnO₄ 용액으로 반응액의 색이 옅은 홍색을 나타낼 때까지 적정하여 COD_{Mn}값을 구하였다. 대조시험은 물 100 ml를 사용하여 같은 조건으로 행했다.

제거효율 측정

화학유연제 폐수를 분리균주에 의하여 분해 또는 생물 흡착에 의한 화학유연제의 감소를 폐수 제거효율(%)로 표시했다.

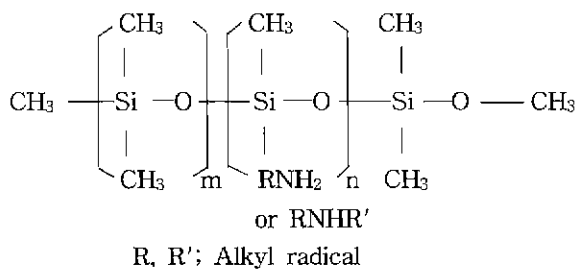


Fig. 1. A typical structure of organopolysiloxane.

폐수의 제거효율은 표준폐수에 분리균주를 일정량 접종하여 처리전과 처리후의 COD_{Mn}값을 비교하여 계산했다.

$$\text{제거효율(\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: 분리균주로 표준폐수를 처리하기 전의 COD값

B: 분리균주로 표준폐수를 처리한 후의 COD값

모든 실험은 3회 이상의 반복실험을 거쳐 실시하였다.

결과 및 고찰

화학유연체 분해균주의 분리·선별

화학유연체를 분해하는 미생물의 분리원으로 화학유연체 분해균주의 분리빈도가 높은 화학유연체와 화학호제의 공장폐수와 이들로 오염된 공장 유역의 토양을 분리원으로 사용했다.

이들 분리원을 적당히 희석하여 화학유연체가 함유된 LB한천배지(4,000 mg/l COD_{Mn})에 도말한 후, 37°C에서 정치배양하여 생성된 세균집락으로부터 화학유연체 분해세균을 분리하였다. 공장폐수로부터 25균주와 토양으로부터 8균주가 분리되었다.

분리균주 33균주중 화학유연체가 함유된 LB배지(4,000 mg/l COD_{Mn})에서 생육과 활성이 뛰어난 5균주를 선별하여 화학유연체의 제거효율을 측정했다.

화학유연체의 제거효를 측정은 화학유연체가 함유된 표준폐수(2,500 mg/l COD_{Mn})에 분리균주를 전배양한 배양액을 1%되게 접종하여 37°C에서 10일간 진탕배양했다.

Table 1에 나타난 바와 같이, 실험에 사용한 5균주 모두 65% 이상 화학유연체를 정화시켰다. 분리균주를 배양한 후 즉시 (30

분후), COD_{Mn}값의 감소를 측정한 결과, 분리균주 5균주 모두 44~48%의 COD_{Mn}의 감소를 나타내었다. 이 결과는 분리균주에 의하여 화학유연체가 분해된 것이라고는 할수 없으며, 세균 세포표면의 외막에 화학유연체가 흡착된 것으로 추정할수 있다.

그리고 분리균주로 화학유연체 함유 표준폐수에서 10일간 배양한 결과, W3712균주는 화학유연체를 67.9% 제거하여 가장 양호했으며, 나머지 4균주도 65.2% 이상의 제거효율을 나타내어 비교적 양호한 균주로 추정되어, 배양학적 특성을 검토하고자 했다.

이러한 결과로 분리균주는 화학유연체에 대하여 생물학적 흡착능력이 우수한 균주임을 시사했다.

균 증식에 미치는 초기 pH 및 배양온도의 영향

선별 5균주의 증식에 미치는 초기 pH의 영향을 검토하기 위하여 pH를 다르게 조절한 표준폐수에 전배양 균주의 배양액을 1% 되도록 접종하여 30°C에서 1일간 진탕배양하여 균의 증식도를 측정했다.

실험에 사용된 모든 균주가 pH 6.0 에서 pH 8.5 사이에서 생육이 비교적 양호했다.

선별된 균주, S3721, W3712와 S3723균주가 W2811과 W2823균주보다 균의 증식이 양호했으며, S3721, W3712와 S3723균주는 중성에서 약알칼리성의 pH인 pH 7.0-7.5에서 균 증식이 양호했으나, 균 증식이 비교적 미약한 W2811과 W2823균주는 pH 6.5-7.0에서 균의 증식이 양호하여 위의 3균주보다 약산성에서 양호했다(결과 미기재).

실험균주의 증식에 미치는 배양온도의 영향을 검토하기 위하여 pH 7.0으로 조절한 표준폐수(2,500 mg/l COD_{Mn})에 1% 전배양액을 접종하여 25°C에서 37°C 사이의 각기 다른 온도에서 1일간 진탕배양하여 균의 증식도를 측정했다.

분리선별된 S3723, S3721과 W2823균주는 30°C에서 균의 생육이 양호했으며 W2811균주는 32°C에서 생육이 양호했다(결과 미기재).

특히 W3712균주는 위의 4균주와 다르게 비교적 저온인 30°C에서는 균 증식이 미약했으나, 32°C 이상의 온도에서는 급격한

Table 1. Removal of chemical softener, organopolysiloxane (OPS) by the isolated strains from the standard wastewater containing 2,500 COD_{Mn} of OPS

Strain	COD _{Mn} (mg/l)						Removal efficiency (%)
	30 min.	1 day	2 day	3 day	5 day	10 day	
None	2,460	2,445	2,440	2,420	2,405	2,380	4.8
W2811	1,300	1,132	950	943	941	853	65.9
W2823	1,375	1,076	932	923	911	832	66.7
W3712	1,400	1,021	921	925	900	803	67.9
S3721	1,325	1,132	930	925	897	857	65.2
S3723	1,375	1,097	953	949	923	869	65.2

The isolated five strains were incubated in the standard wastewater containing 2,500 mg/l COD_{Mn} with organopolysiloxane at 37°C for the indicated times by shaking (150 rpm). Residual COD_{Mn} and the removal efficiency were measured by the COD_{Mn} method.

$$\text{Removal efficiency(\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: Initial COD_{Mn} of wastewater.

B: Final COD_{Mn} of wastewater incubated by the immobilized cell at room temperature for 10 days.

Table 2. Effect of initial pH on removal of organopolysiloxane by the isolated strains

Strain	COD _{Mn} (mg/l)		
	pH 5.0	pH 7.0	pH 8.0
None	2,350 (6.0)*	2,395 (4.2)	2,405 (3.8)
W2811	945 (62.2)	950 (62.0)	955 (61.8)
W2823	950 (62.0)	920 (63.2)	925 (63.0)
W3712	900 (64.0)	860 (65.6)	860 (65.6)
S3721	920 (63.2)	890 (64.4)	895 (64.2)
S3723	925 (63.0)	930 (62.8)	930 (62.8)

The isolated five strains were incubated in the standard wastewater (2,500 mg/l COD_{Mn}, organopolysiloxane) at 30°C for five days by shaking (150 rpm) except initial pH of the standard wastewater.

*Removal efficiency (%).

균의 증식을 나타내며 37°C에서 균의 증식이 가장 양호하여 다른 4균주보다 배양온도에 의한 균 증식 양상이 매우 다른 균주로 확인되었다.

화학유연제의 제거에 미치는 pH 및 온도의 영향

화학유연제와 화학호제 생산공장의 폐수의 pH는 4.85 및 6.64로서 생산 공장에 따라 산성 또는 약산성 pH를 나타낸다(1). 분리균주에 의한 폐수특성에 따른 화학유연제의 제거에 미치는 pH의 영향을 검토하기 위하여, 2,500 mg/l 화학유연제가 함유된 표준폐수의 pH를 5.0, 7.0 및 8.0으로 각각 조절하여 각 균주의 전 배양액을 1% 되도록 접종하였다.

각 균주의 배양온도는 W2811, S3721, S3723과 W2823균주는 30°C에서, W3712균주는 37°C에서 5일간 진탕배양하여 COD_{Mn} 값의 감소를 측정하여 제거효율을 계산했다.

Table 2에 나타난 바와 같이, 분리균주를 사용하지 않은 대조구는 pH 7.0에서 배양 5일로서 4.2%의 자연제거효율을 나타내었다. 그러나 분리균주로 처리한 실험구에서는 pH 7.0에서 가장 양호한 제거효율을 나타내었으며, 62.0%에서 65.6%의 제거효율을 나타내었다. 특히 37°C에서 균의 생육이 가장 양호한 W3712균주는 pH 7.0에서 배양 5일로서 65.6%의 화학유연제를 제거시켰으며 산성 pH인 5.0과 약알칼리성인 pH인 8.0에서 각각 64.0%와 65.6%의 제거효율을 나타내었다.

이 결과는 본 분리균이 산성 및 알칼리성 조건에서도 분해능이 우수하며 다양한 영역의 pH를 가지는 화학유연제와 호제폐수의 분해에 적합하여 산업적으로 이용가능한 균주라 사료되었다.

실험균주에 의한 화학유연제의 정화에 미치는 온도의 영향을 검토하기 위하여, 2,500 mg/l 화학유연제가 함유된 표준폐수(pH 7.0)에 각 균주의 전 배양액을 1% 되도록 접종하여 25°C, 30°C와 37°C에서 5일간 진탕배양하였다.

Table 3에 나타난 바와 같이, 분리균주 W3712균주는 생육최적 온도인 37°C에서 가장 높은 제거효율을 나타내었으며 66.0%의 제거효율을 나타내었다. 그리고 W2811, W2823, S3721과 S3723 균주도 생육최적온도인 30°C에서 가장 높은 제거효율을 나타내었다. 이 결과는 화학유연제의 제거능력이 처리 균주의 생리적 생육최적온도와 일치하여 분리균주의 생리적 특성과 일치했다.

특히, 실험에 사용된 분리균주 5균주가 비교적 저온인 25°C에서도 최적 제거효율을 나타내는 온도에서의 제거효율과 비슷한 제거효율을 나타내며, 37°C에서도 비교적 높은 제거효율을 나타내었다.

분리균주는 화학유연제의 제거에 비교적 폭넓은 온도 범위에서 그의 기능을 발현하므로 실용성이 매우 높은 정화균주라 사료되었다.

화학유연제의 제거에 미치는 진탕의 영향

분리균주에 의한 화학유연제의 정화에 미치는 진탕의 효과를 검토하기 위하여, 화학유연제가 함유된 표준폐수(2,500 mg/l COD_{Mn}, pH 7.0)에 각 균주의 전 배양액을 1% 되도록 접종하여 W3712균주는 37°C에서, 나머지 4균주는 30°C에서 5일간 정치배양과 진탕배양하여 COD값의 감소를 비교·검토했다.

Table 3. Effect of incubated temperature on removal of organopolysiloxane by the isolated strains

Strain	COD _{Mn} (mg/l)		
	25°C	30°C	37°C
W2811	972 (61.6)*	960 (61.6)	994 (60.2)
W2823	934 (62.6)	915 (63.4)	940 (62.4)
W3712	970 (61.2)	890 (64.4)	850 (66.0)
S3721	925 (63.0)	905 (63.8)	920 (63.2)
S3723	940 (62.4)	920 (63.2)	940 (64.4)

The isolated five strains were incubated in the standard wastewater (2,500 mg/l COD_{Mn}, organopolysiloxane, pH 7.0) for five days at various temperature by shaking (150 rpm).

*Removal efficiency (%).

Table 4. Effect of shaking on removal of organopolysiloxane by the isolated strains

Strains	COD _{Mn} (mg/l)	
	Static culture	Shaking culture
W2811	970 (61.2)*	965 (61.4)
W2823	920 (63.2)	910 (63.6)
W3712	855 (65.8)	842 (66.3)
S3721	898 (64.1)	903 (63.9)
S3723	940 (62.4)	930 (62.8)

The isolated W3712 strain was incubated in the standard wastewater (2,500 mg/l COD_{Mn}, organopolysiloxane) at 37°C for five days by shaking (150 rpm) or static culture, and the W2811, W2823, S3721, and S3723 strains were at 30°C under above same condition.

*Removal efficiency (%).

Table 4에 나타난 바와 같이, 모든 분리균주에 의한 화학유연제의 제거효율은 진탕에 의하여 별다른 효과를 나타내지 않았다. 즉, W3712균주는 5일간 정치배양하므로 화학유연제를 65.8% 제거시켰으나, 진탕하므로 약간의 높은 제거효율인 66.3%를 나타내었다.

이 결과는 본 분리균주의 특성이 통성 혐기성에 가깝다고 사료되며 화학유연제와 화학호제폐액의 분해시에 교반이나 통기배양하지 않아도 쉽게 정화가 가능하여 생산현장에서 별다른 시설을 하지 않고도 폐수정화탱크에 직접 사용에 적합하리라 판단되었다.

W3712균주의 분류학적 특성

화학유연제의 정화능이 우수한 W3712균주는 Table 5과 Fig. 2에 명기된 바와 같이, Gram 양성, 무포자, 비운동성 간균으로 37°C에서 생육하며, catalase와 oxidase test에 양성이며, MR, VP, O-F, indol test에서 음성이었다. 더욱이 glucose로부터 gas와 산을 생성시키지 않으며 nitrate를 환원시키는 세균이었다. 이 균주는 gelatin을 가수분해하나 Tween 80과 casein을 분해하지 못하며 citrate를 탄소원으로 잘 이용했다.

위의 분류학적 특성으로부터 W3712균주는 *Bergey's Manual*

Table 5. Physiological, morphological and biochemical properties of the isolated W3712 strains

Properties	Results
cell morphology	rod
size	0.5×3.5 μm
gram staining	+
spore formation	-
motility	-
aerobic growth	+
anaerobic growth	weakly
optimal growth temp.	37°C
growth at 5°C	-
growth at 10°C	-
growth at 25°C	+
growth at 37°C	+
growth at 45°C	±
optimal pH	7.0
catalase test	+
MR test	-
VP test	-
O-F test	-
oxidase test	+
indol test	-
urease test	+
nitrate reduced	+
gas from glucose	-
growth in 7% NaCl	+
10% NaCl	±
Hydrolysis of starch	+
casein	-
gletatin	+
Tween 80	-
Utilizes carbon	
fructose	+
ribose	+
raffinose	+
acetate	-
lactate	-
citrate	+
ethanol	-
glycerol	+
bacitracin	+
Acid production from glucose	
fructose	-
galactose	-
sucrose	-
maltose	-
mannose	-
arabinose	-
rhamnose	-
trehalose	-
xylose	-
mannitol	-
esculin	-

+: positive, -: negative.

**Fig. 2.** Scanning electron micrograph of the isolate sp W3712.

of *Systematic Bacteriology*(7)의 방법에 따라 등정한 결과, 그람 양성 무포자 간균으로서 비운동성이며 catalase양성이며 indol을 생성하지 않는다는 점 등으로 *Corynebacterium*으로 밝혀졌다. 이 *Corynebacterium*은 포도당, 과당, maltose, trehalose 등으로부터 산을 생성하지 않으며 esculin을 분해하지 못하고 nitrate을 환원 하며 urea 양성, methylred 음성, 생육최적온도가 37°C라는 점 등의 특성으로 *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* W3712로 명명했다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업으로 대한유화(주)와 공동연구에 의하여 수행된 결과이며 연구개발비 지원에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

1. 김현수, 유대식. 1997 고농도 폐수를 분해하는 세균의 분리 및 특성, 계명대학교 자연과학연구소 기초과학연구논집, 16, 35-44.
2. 加藤 良樹, 林 昌宏. 1988 微生物製劑を用いた排水の新處理技術. 用水と廢水, 24, 35.
3. 長谷川 武治. 1985. 微生物の分類と同定(下), 學會出版セクタ-, 東京, p. 99-161.
4. APHA. 1995. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
5. Cawthray M. K. and L. Troop. 1986. POLYBAC treatability study 14-82T, 22-82T, 6-82T. POLYBAC corporation technical report.
6. POLYBAC technical data . Case study of Phenobac No. CS-5006; Petrobac No. CS-5007; Phenobac No. CS-5008. 5-12, 5015; Lignobac No. CS-5013; CTX-BIOX No. CS-5014; POLYBAC Corporation, Allentown, PA, USA.
7. Sneath, P. H. A., M. E. Sharpe, and J. G. Holt. 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Williams and Wilkins, Baltimore.

(Received March 2, 2000/Accepted April 12, 2000)

ABSTRACT: Isolation and Characteristics of a Bacterium Removing Chemical Softener, Organopolysiloxane

Jung Hun Lee, Dong Chul Son,¹ Jung Kim,² Hyun Soo Kim, and Tae Shick Yu*(Department of Microbiology, College of Natural Science, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea; ¹Kyoung Sang Buk-do Institute of Health and Environment, Taegu 702-702, Korea; ²Department of Dental Hygiene, Suwon Women's College, Suwon 441-748, Korea)

Thirty three strains of bacteria were isolated from the wastewater and soil contaminated a chemical softener, organopolysiloxane. Of these, five strains which showed higher activities for removal this chemical were finally selected for further study. By five strains the 2,500 mg/l chemical softener was removed 65.2~67.9% at 37°C for 5 days by shaking. The pH optimum for growth of W3721, S3712, and S3723 strain were at around pH 7.0~7.5, and W2811, and W2823 strain were at pH 6.5~7.0, respectively. The temperature optimum for growth of W3712 strain was at 37°C and the other four strains were at 30°C. The optimal pH and temperature for removal by W3712 strain was initial pH 7.0 and 37°C, respectively. The W3712 strain was identified and named as *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* W3712 based on its morphological and physiological characteristics.