

중금속 및 CN이 BOD₅ 측정에 미치는 영향

魚 秀 美 · 朴 聖 培

서울市 保健環境研究院

Studies on the Effect of the Heavy Metals and CN on the BOD₅ Measurement

Soo Mi Ahu · Sung Bae Park

Seoul Metropolitan Government Institute
of Health and Environment

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of heavy metals and CN on BOD₅ measurement.

The results were as follows :

1. The BOD₅ value decreased 20% in Cd(CdCl₂) 3.0mg/l, Ni(NiCl₂) 7.0mg/l, Cu(CuCl₂) 0.5mg/l, Pb(Pb(NO₃)₂) 9.0mg/l, Cr(K₂Cr₂O₇) 1.0mg/l respectively.
2. The BOD₅ value decreased 10% in Zn(Zn(NO₃)₂) 5mg/l, Fe(FeCl₃) 20mg/l, and 25% in CN (KCN) 5mg/l, and 40% in Hg(HgCl₂) 0.2mg/l.
3. In Comparison with BOD Rapid Analyzer, the above mentioned heavy metals concentrations have no effect on BOD₅ value of that analyzer except CN.

I. 序 論

가정하수, 공장폐수내에는 유기물질 종류가 대단히 많으며 이들 각 유기물의 농도를 일일이 구하기는 어렵다. 따라서 호기성 미생물의 작용에 의해 분해 가능한 유기물질이 5일간 분해되는 양, 즉 생물화학적 산소요구량(BOD₅)을 사용하며 이는 수질오염의 지표로서 측정의 정확도가 요구된다. 그러나 산업폐수 혹은 여러 폐수 유입수에 의해 독극물이 많을때는 호기성 미생물 증식에 저해를 받아 올바른 BOD₅를 얻을 수 없게 되므로 이런

방해물질은 필수로 제거하여 측정오차를 줄여야 한다. 특히 이들 방해물질중 pH, 잔류염소 등은 전처리 과정에서 중화, 환원되지만 중금속 및 기타 유해물질은 제거하기 어려우므로 그에 따른 영향을 무시할 수 없다.

여러 학자들의 연구결과에 따르면^{1~7)} T.Stones는 BOD의 25%감소율을 나타내는 중금속은 Cd(황산염) 2.3mg/l, Cr⁺⁶(크롬산) 3.6mg/l, Cr⁺³(염화물) 0.5mg/l, Cu(황산염) 0.2mg/l, Pb(질산염) 1.2mg/l, Hg⁺²(염화물) 0.07mg/l, Ni(염화물) 1.0mg/l, Ag(질산염) 0.03mg/l, Zn(황산염) 7.0mg/l이며 Ag, Hg, Cr⁺³ 등의 영향이 크다고

했다. 이외에도 Juraj Tölgyessy는 Fe^{+2} , Cu, Hg, Cd^{+2} 등의 영향을, C.M.A. Ademoroti는 Cu, Zn 등의 영향을 발표했으나 이들의 결과가 약간의 차이가 있었다.

따라서 본 연구에서는 중금속 및 CN이 BOD_5 측정치에 미치는 영향을 단계별로 측정하여 BOD_5 측정에 정확도를 기하고자 본 연구를 실시하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 다음의 각 중금속은 표준액(日本 純正化學: 1,000ppm)을 회석, 중화하여 사용했다. Pb($Pb(NO_3)_2$), Cr($K_2Cr_2O_7$), Fe($FeCl_3$), Cd($CdCl_2$), Ni($NiCl_2$), Hg($HgCl_2$), Mn($MnCl_2$), Zn($Zn(NO_3)_2$), Cu($CuCl_2$).

CN은 환경오염 공정시험법에 따라 KCN으로 조제 중화하여 사용하였다.

2. BOD_5 실험은 환경오염 공정시험법에 따라 실험하였으며, BOD 표준액(5,000ppm)은 Glucose 및 Glutamic Acid로 조제 회석하여 사용했다. 식종 회석수는 중금속 오염도가 비교적 적은 생활하수(주로 고덕천)를 사용하여 조제하였다.

3. 별도로 BOD 신속측정 장치(日本: Central Kagaku Co.)를 이용하여 위와 동일한 재료로 비교 실험하였다.

III. 결과 및 고찰

각 중금속이 BOD_5 측정에 미치는 영향을 살펴본 결과 다음과 같았다.

Table 1. Effect of Cd, Ni & Pb on BOD_5

Conc-ent (mg/l)	Cd		Ni		Pb	
	BOD_5	D.R*(%)	BOD_5	D.R.(%)	BOD_5	D.R.(%)
0	100	0	100	0	100	0
0.5	92	8	100	0	100	0
1.0	84	16	96	4	98	2
3.0	80	20	92	8	94	6
5.0	70	30	86	14	90	10
7.0	60	40	80	20	82	18
9.0	60	40	72	28	80	20
11.0	60	40	68	32	80	20

* Decrease Rate

1. Cd, Ni, Pb

Cd은 주로 도금, 합금, 광산, 안료폐수에 함유되며 폐수배출 허용기준(가, 나 지역-이하 동일)에서 0.1mg/l이하로 규정하고 있다. 본 실험결과 Table 1에서와 같이 Cd 3mg/l에서 20%의 BOD_5 감소율을 나타냈으며, 7~11mg/l에서 40%의 완만한 감소율을 나타냈다.

Ni은 주로 도금, 정련, 광산폐수에 함유되며 본 실험결과 Ni 7.0mg/l에서 20%, 11.0mg/l에서 32%의 BOD_5 감소율을 나타냈다.

Pb는 주로 의약품 제조업과 유리제품 제조업, 금속제품 제조업의 폐수에 함유되며 폐수배출 허용기준은 1mg/l이하로 규정하고 있다. 본 실험결과 Pb는 5.0mg/l에서 10%, 9~11mg/l에서 20%의 BOD_5 감소율을 나타냈다.

2. Cu, Cr

Cu는 광산, 동정련공장, 도금공장, 전선공장의 폐수에 함유되며 폐수배출 허용기준은 3mg/l이하로 규정하고 있다. 본 실험결과 Cu는 Table 2에서와 같이 0.5mg/l에서 20%, 1.0mg/l에서 44%의 감소율을 나타냈으며 Fig. 2에서와 같이 1mg/l 이상에서 완만한 감소율을 나타냈다.

Cr은 합금, 도금, 광산, 냉각수방청제, 안료색소의 폐수에 함유되어 있으며 폐수배출 허용기준에서 2mg/l이하로 규정하고 있다. 본 실험결과 Table 2에서와 같이 Cr은 1mg/l에서 20%, 4mg/l

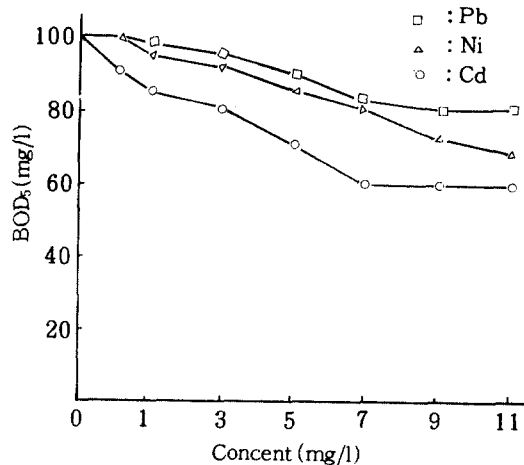


Fig. 1. Effect of Cd, Ni & Pb on BOD_5

Table 2. Effect of Cu, Cr on BOD₅

Concent (mg/l)	Cu		Cr	
	BOD ₅	D.R*(%)	BOD ₅	D.R(%)
0	100	0	100	0
0.5	80	20	92	8
1.0	56	44	80	20
2.0	55	45	75	25
3.0	54	46	68	32
4.0	54	46	60	40
5.0	54	46	54	46

* Decrease Rate

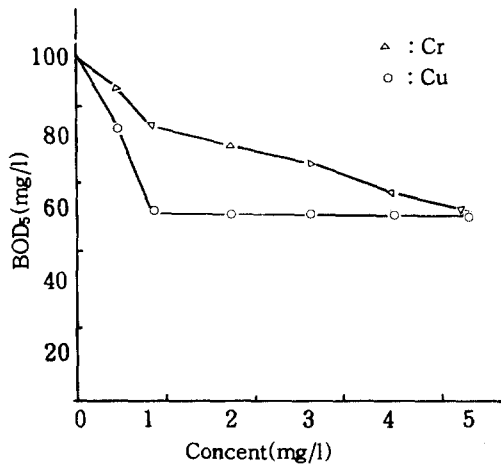


Fig. 2. Effect of Cr, Cu on BOD₅.

에서 40%의 BOD₅감소율을 나타냈다.

3. Zn, Cn, Fe, Mn

Zn은 금속광산의 廠內水, 선광배수, 정련공장, 도금공장 등의 폐수에 함유되어 있으며 폐수배출 허용기준은 5mg/l이하로 규정하고 있다. 본 실험 결과 Table 3에서와 같이 Zn 5mg/l에서 10%의 BOD₅감소율을 나타냈으며 Fig. 3에서와 같이 그 이상의 농도에서도 완만한 감소율을 나타냈다.

CN은 도금공장, 석유화학공업중 아크릴 니트릴 공장, 코우크스 가스공업에서 석탄을 건류할때 시안배출가스를 세정하여 배출한다. CN의 폐수배출 허용기준은 1mg/l이하이며 다른 중금속에 비해 독성이 강하다. 본 실험결과 CN 5mg/l에서 25%, 10mg/l에서 38%의 BOD₅감소율을 나타냈으며,

Table 3. Effect of Zn, CN & Fe on BOD₅

Concent (mg/l)	Zn		Fe		CN	
	BOD ₅	D.R*(%)	BOD ₅	D.R(%)	BOD ₅	D.R(%)
0	100	0	100	0	100	0
5	90	10	100	0	75	25
10	88	12	94	6	62	38
15	86	14	92	8	18	82
20	86	14	90	10	0	100

*Decrease Rate

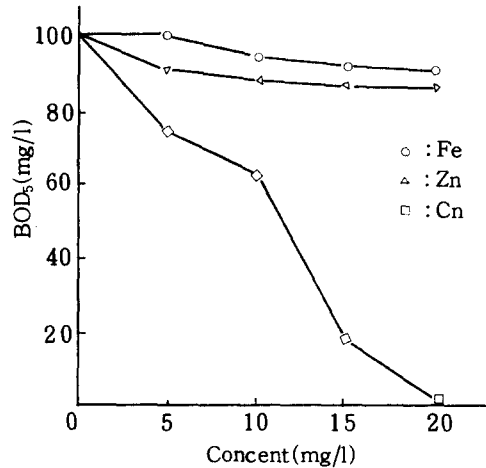


Fig. 3. Effect of Zn, CN & Fe on BOD₅

Fig. 3에서와 같이 20mg/l에서 100%의 억제작용을 나타낸 점은 주목할만 하다.

Fe, Mn은 BOD₅에 거의 영향을 주지않아 Fe 20mg/l, Mn 10mg/l에서 10%의 BOD₅감소율을 나타냈다.

4. Hg

Hg은 광산, 수은전지 제조업 폐수 등에서 배출되며 다른 중금속에 비해 저농도에서 BOD₅치에 가장 큰 영향을 미쳤다. 본 실험결과 Table 4에서와 같이 Hg 0.03mg/l에서 32%, 0.3mg/l에서 40%, 0.9mg/l에서 80%의 높은 BOD₅감소율을 나타내 Hg이 미생물 성장에 억제작용이 큰 것을 알 수 있다.

Table 4. Effect of Hg on BOD₅

Concent (mg/l)	BOD ₅	Decrease Rate(%)
0	100	0
0.01	100	0
0.03	68	32
0.05	68	32
0.10	66	34
0.30	60	40
0.50	40	60
0.70	30	70
0.90	20	80

이상의 각각의 중금속 및 CN에 대한 BOD₅감소율을 살펴보았으며 이들의 혼합사용시 감소율은 Juraj Tölgyessy에 의하면⁶⁾ 거의 비례적으로 억제작용을 나타내어 Hg 0.1mg/l와 Cu⁺² 1mg/l를 혼합한 결과 82.4%의 BOD₅감소율을, Hg 0.1mg/l와 Cd 1mg/l를 혼합한 결과 51.6%의 감소율을 나타냈다고 했다.

또한 본 실험을 미생물막을 이용한 BOD신속측정장치로 위의 각각의 중금속을 회석조제하여 비교해본 결과 Fig. 5에서와 같이 CN을 제외한 모

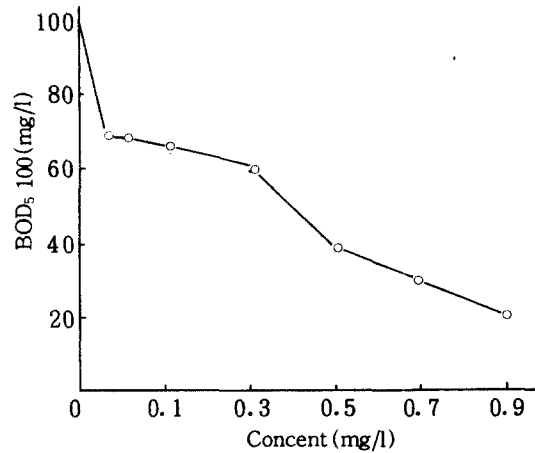


Fig. 4. Effect of Hg on BOD₅.

든 중금속에서 영향을 나타내지 않았으며 CN은 10mg/l에서 10%, 20mg/l에서 30%가량 억제되었다.

IV. 결 론

중금속 및 CN이 BOD₅측정치에 미치는 영향을

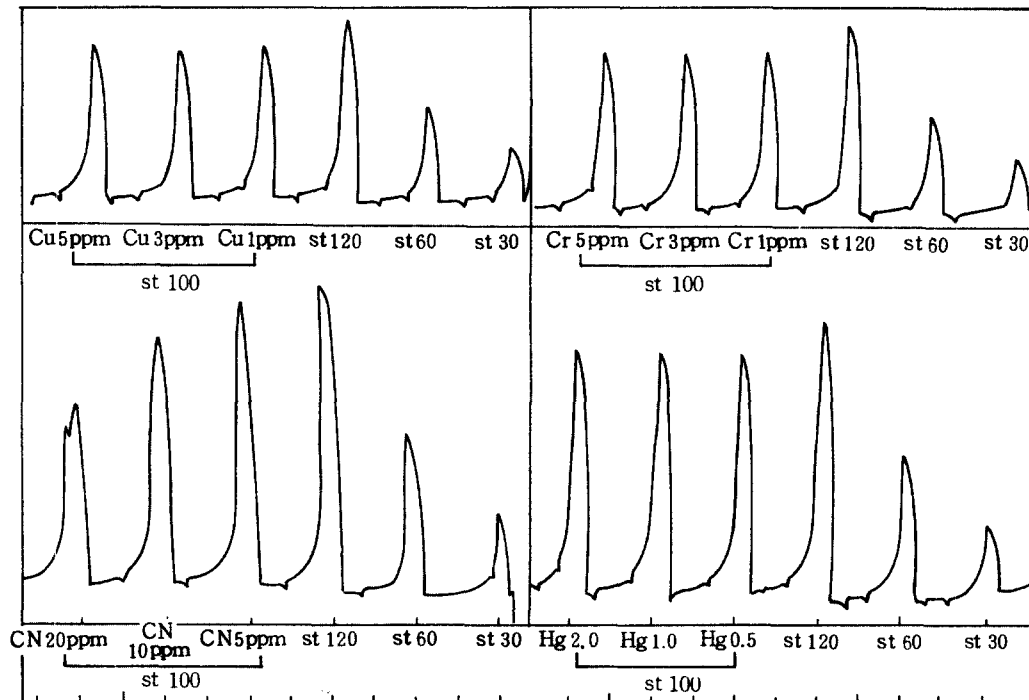


Fig. 5. Diagram of BOD rapid analyzer.

살펴본 결과 다음과 같았다.

1. Cd(염화물) 3.0mg/l, Ni(염화물) 7.0mg/l, Cu(염화물) 0.5mg/l, Pb(질산염) 9.0mg/l, Cr(크롬산) 1.0mg/l에서 각각 20%의 BOD₅감소율을 나타냈다.

2. Zn(질산염) 5mg/l, Fe(염화물) 20 mg/l에서 10%의 감소율을, CN(KCN) 5mg/l에서 25%, Hg(염화물) 0.2mg/l에서 40%의 BOD₅감소율을 나타냈다.

3. 이들 각 중금속을 같은 농도로 BOD 신속측정장치에서 실험해 본 결과 CN을 제외한 모든 중금속에서 BOD측정치에 영향을 미치지 않았다.

참 고 문 헌

- 1) 日本藥學會編 ; 衛生試驗法 · 注解, 金原出版社, 728~788, 1986.
- 2) T. Stones ; A Resume of the Kinetics of the BOD test, Water Pollution Control, Vol. 80, No. 4, 513~520, 1981.
- 3) T.stones ; Fate of Metals during Sewage Treatment, Effluent Water Treatment J., 17 : 653~655, 1977.
- 4) E.F. Barth ; Summary Report of the Effects of Heavy Metals on the Biological Treatment Process, J. of WPCF, 37 : 86~96, 1965.
- 5) T.Stones ; Factors involved in biochemical oxidation of sewage, Effluent Water Treatment J., 16 : 574~575, 1976.
- 6) Juraj Tölggyessy ; study of the Effect of some Heavy Metals on the BOD₅ value, VODNI HOSPOD, 36, 4 : 97~99, 1986.
- 7) C.M.A. Ademoroti ; The Effect of Metallic Toxicants on Biochemical Oxygen Demand Measurements, Biological Wastes, 24, 4, 259~265, 1988.
- 8) P.H. Pritchard, A.W.Bourquin ; Microbial Toxicity studies ; Fundamentals of Aquatic Toxicology, 178~210, 1985.
- 9) The Research Committee on Toxicity of Industrial wates ; Toxicity of Copper and Zinc Ions in the Dilution BOD Test, Sewage Industrial Wastes, 28 : 1168~9, 1958.
- 10) The Research Committee on Toxicity of Industrial Wastes ; Toxicity of Mercuric Chloride, Chromic Sulfate, and Sodium Chromate in the Dilution BOD Test, Sewage Industrial Wastes, 26 : 536~538, 1954.
- 11) T.stones ; The Influence of Metallic Compounds on the Biochemical Oxygen Demand of Sewage, J. of Proc. Inst. Sew. Purif., 6 : 516~520, 1961.