

先達山·御來山 一帶의 水環境

黃鍾瑞·鄭眞姬

農漁村振興公社 農漁村研究院 環境·淡水研究室

Aquatic Environments of the Streams in Mts. Seondal and Eorae

by

HWANG, Chong Seo and Chin Hui CHONG

Environment and Reservoir Reserch Group, Rural Research Institute,
Rural Development Corporation, Korea

ABSTRACT

The aquatic environments at 8 stations in area of Mts. Seondal and Eorae were surveyed from June 29 through July 4, 1998. The results are as follows. Water temperature was in the range of 16.4~24.3 °C, pH was 7.0~8.4, and EC was as low as 29~45 μmhos/cm except station 4. DO was 8.5~9.4 mg/l, which means that the oxygen saturation was over 98 %. BOD was as low as 0.1~0.5mg/l, and COD was 0.9~2.2mg/l. NH₃-N, NO₂-N, PO₄-P were not detected, NO₃-N was 0.303~1.397mg/l, T-P was 0.010~0.027mg/l. Chl-a was relatively low by having the value of 0.85~1.9316mg/m³, most of the standing crops were attached algae in the range of 9,240~ 98,280cells/l. All the stations except station 4 and 6 were river type "Aa" consisted of rock and pebble.

緒論

先達山·御來山은 海拔 1,000m 이상의 산봉과 다양한 계곡의 연속으로 이루어진 江原道와 慶尙北道의 경계에 위치한 산으로, 행정구역상으로 경상북도 영주시 부석면 남대리에 속한다. 經緯度上으로는 東經 128° 39' 에서 128° 43', 北緯 37° 02' 에서 37° 04' 사이에 위치하고 있으며, 남대천을 경계로 소백산 국립공원과 인접하고 있다.

일반적으로 산림내 계류수는 대부분이 河川水質基準 및 湖沼水質基準에 의한 수질등급상 최상급인 1급수에 해당하지만, 최근의 都市化와 産業化로 인한 開發은 이미 산림지역 내까지 이르게 되어 산성우와 기타 오염물질로 인하여 산림내 계

류수가 오염될 우려가 있고 개발에 따른 산림의 파괴와 훼손으로 강우시 과도한 土壤浸蝕이 발생하게 됨으로써 이들 침식된 토사가 계류수에 유입되면 계류수의 오염이 발생하게 되어 이를 飲用할 수 없게 되는 상태에 까지 이르게 된다. 또한 산림이 제공하는 맑은 물에 대한 관심은 점차 증가하는 추세이며 계류수의 질적인 평가에 대한 사회적 요구가 커짐에 따라, 본 조사의 결과는 산림내 계류수의 수질을 평가하는데 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다.

調査方法

1. 조사기간

1998년 6월 29일(월) ~ 7월 4일(토) : 5박 6일간

2. 조사지점 (Fig. 1. 參照)

2.1 남한강 수계

2.1.1 남대천 수계

- St. 1 : 충북 단양군 영춘면 의풍리 솔개실 (하류)
- St. 2 : 경북 영주시 부석면 남대리 중마 (중류)
- St. 3 : 경북 영주시 부석면 남대리 중마거리 (상류)

2.1.2 옥동천 수계

- St. 4 : 강원도 영월군 하동면 예밀리 밀골 (하류)
- St. 5 : 강원도 영월군 하동면 와석리 미사리어구 (중류)
- St. 6 : 강원도 영월군 하동면 내리 지동 (상류)

2.2 낙동강 수계

2.2.1 내성천 수계

- St. 7 : 경북 봉화군 몰아면 오전리 생달 (하류)
- St. 8 : 경북 봉화군 몰아면 오전리 두지골 (상류)

3. 조사방법

수환경조사 중 수질의 理化學的 調査에 있어 水溫(W.T), 溶存酸素(DO), 電氣傳導度(EC) 및 pH는 시료 채취 즉시 현장조사를 실시하였으며, 각 지점별 綜合試料는 前處理後 冷藏保管하여 실험실로 운반하여 水質汚染公定試驗方法에 준하여 실내분석을 실시하였다. 한편 水深과 流幅은 50m 捲尺을 이용하였고, 流量은 하천용 프로펠러식 流速計(BFM 001, 영국)를 이용하여 流速-면적법에 의해 測定하였으며, 河川形態는 可兒(Kani, 1944)의 河川形態 區分에 依據하였다.

各 項目별 實驗方法은 다음과 같다.

- 水溫
 - 棒狀溫度計(1/10℃)로 現場測定
- 水素이온濃度(pH : Hydrogen Ion Exponent)

- pH meter(LaMOTTE DHA 3000)로 現場測定
- 電氣傳導度 (EC:Electric Conductivity)
- 휴대용 電氣傳導度計(YSI 30)로 現場測定
- 溶存酸素(DO:Dissoved Oxygen)
- Winkler Azide 變法에 의해 現場測定
- 生物化學的 酸素要求量(BOD: Biochemical Oxygen Demand)
- 20℃에서 5일간 酸素소비량測定
- 化學的 酸素要求量(COD:Chemical Oxygen Demand)

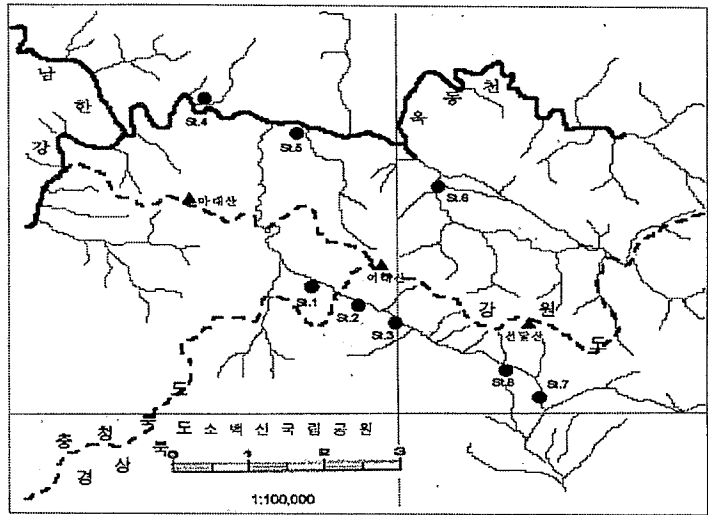


Fig. 1. A Map of surveyed stations

- 酸性 100℃에서 과망간산칼륨(KMnO4) 산화법
- 부유물질(SS:Suspended Solids)
- 유리섬유여지(GF/C)에 의한 중량법
- 아질산성질소(NO2-N:Nitrite-Nitrogen)
- 다이조화법에 의한 흡광광도법
- 질산성질소(NO3-N:Nitrate-Nitrogen)
- 이온크로마토그래프(DX-300)에 의한 정량분석법
- 암모니아성질소(NH3-N:Amonium-Nitrogen)
- Kjeldahl법에 의한 정량분석법
- 총질소(TKN:Total Kjeldahl Nitrogen)
- Kjeldahl법에 의한 정량분석법
- 인산염인(PO4-P:o-phosphorous)
- 아스코르빈산환원법에 의한 흡광광도법
- 총인(T-P:Total Phosphorous)
- 아스코르빈산환원법에 의한 흡광광도법
- 양이온
- 유도결합플라즈마 발광광도계(ICP-AES:JY 38S)에 의한 K, Na, Ca, Mg 측정
- 중금속류(Heavy metals)
- 유도결합플라즈마 발광광도계(ICP-AES:JY 38S)에 의한 Cu, Pb, Cd, Mn, Zn 측정
- 클로로필- a(Chl-a)
- 아세톤 추출법에 의한 흡광광도법
- 식물플랑크톤 현존량
- 표층에서 시료를 1 l 정도 채수 후 Glutaaldehyde로 고정하고 침전법에 의거하여 200 mL 정도로 농축하여 광학현미경

(Carl Zeiss Axiophot, Germany) 아래에서 주요 종을 동정하고 계수하였다. 종 동정시 Hustedt(1930), 小野壽彦(1981), 山路勇(1982) 등의 도감을 참조하였다.

結果 및 考察

1. 水環境 要因

산림내 계류수에서는 대부분의 오염물질이 비점오염원에서 발생되고 대표적인 성분들은 대기와 강우를 통하여 유입되거나 모암의 풍화작용, 그리고 물이 토양을 흐르면서 용해시키는 칼슘같이 암석 또는 토양에서 발생된다. 산림내 계류수는 강우가 정지된 상태에서 일정한 강우강도와 강수량 이하에서는 혼탁하게 되지 않고 맑은 상태를 유지하지만, 기름에 의하여 계류수의 수량이 급격히 감소하게 되면 수질오염이 확산될 수 있고, 야생동물 등의 분변이나 시체가 계류수에 유입되면 일시적으로 높은 혼탁도를 나타낼 뿐만 아니라 부영양화의 원인이 되어 계류수의 수질을 악화시키기도 한다. 본 조사에서 측정 또는 관찰된 각 조사지점에서의 水環境要因은 Table 1과 같이 수온, BOD, 유량 등 26項目이며, 그 특징을 項目別로 검토하면 다음과 같다.

1) 水溫(WT)

水溫은 물속에 서식하는 각종 어패류의 생존에 중요한 영향을 미치며, 계류수의 온도가 상승할 경우에는 이 곳에 서식하는 생물의 생존에 중요한 영향을 미칠 뿐만 아니라 계류수에 녹는 용존산소의 양이 증가하거나 유기물의 농도가 높게 되는 등 수질오염에 큰 영향을 주게 된다.

일반적으로 계류하천수는 계곡을 흐르는 동안은 우거진 樹木으로 하늘이 덮여져 태양의 직사광선을 받는 일이 별로 없어 水溫은 일반 하천수에 비하여 낮으며, 조사지점의 해발 표고, 조사시간의 기온, 조사시기, 하천의 상하류 등에 따라 차이가 있다. 본 조사지점의 水溫은 16.4~24.3℃(평균 21.0℃)로 하루로 갈수록 높아지는 경향이며 일반 계류수의 수온보다 다소 높은 편이다. 조사시기가 같은 97년 五臺山 조사(黃, 鄭 1997)와 비교시 약 6℃정도 높는데, 이는 오대산 일대의 조사지점이 人家가 거의 없는 깊은 계곡이었던 반면에 본 조사지점은 대부분이 人家 周邊이며 光에 노출된 곳이기 때문이라고 판단된다.

2) 水素이온濃度(pH)

물의 酸 또는 알칼리의 강도를 나타내는 水素이온濃度는 최근 산성우의 영향으로 강산성의 비가 계류수에 내리면 계류수의 수소이온농도가 산성으로 변화할 수 있으므로 산성우가 내리는 지역에서는 이에 대한 계속적인 모니터링을 통한 지속적인 연구가 필요하다. 본 조사의 모든 조사지점의 pH는 7.0 ~ 8.4로 인위적인 汚染原이 없었던 桂芳山 지역의 山林小流域을 대상으로 조사한 溪流水質 분석치인 6.4~6.9와 방태산 조사의 6.4~7.2(田, 邊 1996), 五臺山 조사의 6.9~7.0(黃, 鄭 1997)에 비해 다소 높으나, 魚類의 서식에 모두 適合한 狀態였고, 河川의 水質環境基準 I等級에 해당한다.

3) 電氣傳導度(EC)

Table 1에서처럼 電氣傳導度는 St.4(EC 129 μ mhos/cm)를 제외한 모든 조사지점에서 29~45 μ mhos/cm로 매우 낮았으며, 하루로 갈수록 증가하는 경향이었다. 이런 조사 결과는 五臺山 조사의 29~49 μ mhos/cm(黃, 鄭 1997), 방태산 북사면조사

(田, 黃 1995)의 28.1~41.8 μ mhos/cm와 비슷하다.

4) 溶存酸素(DO)

물의 汚染狀態를 나타내는 하나의 指標인 溶存酸素는 대기와 물에서의 산소평형과 긴밀한 관계를 나타내며 물에서의 自淨機能을 판단할 수 있는 인자로 계류수에 서식하는 다양한 생물종에 중요한 영향을 미치고 있다. 모든 조사지점에서 溶存酸素는 8.5~9.4mg/l로 DO포화율 98~104%로 포화상태였다. 이는 조사시기가 같은 97년 五臺山 조사(黃, 鄭 1997)와 비교시 8.6~9.6mg/l (평균 9.18mg/l)로 거의 유사하며, 7.5 mg/l 이상인 河川의 水質環境基準 I等級을 모두 만족하는 매우 양호한 상태였다. 溶存酸素는 하루로 갈수록 감소하는 경향이며, 이는 수심의 증대, 유속의 감소, 유입되는 유기물의 산화로 인한 산소소비가 크기 때문이라고 판단된다.

5) 生物化學的 酸素要求量(BOD) 및 化學的 酸素要求量(COD)

BOD와 COD는 水中的 有機物質 함유량의 정도를 파악하는 간접적인 指標로서 하천에서는 BOD, 海域과 호수에서는 COD가 水質汚染의 指標가 되며, COD의 값이 크다는 것은 수중에 무기성 오염물질이나 비분해성 유기물질이 많이 포함되어 있음을 나타낸다.

유기물은 산림토양에서 유입되는 유기물과 기타 식물체의 낙엽, 낙지 등이 계류에 유입되어 이 중에 포함되어 있는 유기물로 인한 부영양화 등 수질오염의 원인이 되며, 이를 분석하기 위해서 생물화학적 산소요구량, 용존산소 등을 측정한다.

Table 1에서처럼 모든 조사지소에서의 BOD는 0.1~0.5mg/l로 河川의 水質環境基準 I 등급에 해당하는 매우 양호한 상태이며, COD는 0.9~2.2mg/l이다.

6) 질소화합물

주로 단백질의 分解過程에서 생성되는 NH₃-N(암모니아성 질소), NO₂-N(아질산성 질소), 그리고 NO₃-N(질산성 질소)는 부영양화 현상을 일으키는 영양염류로, 산림지역에서는 NH₃-N과 NO₃-N의 형태로 질소화합물이 존재하게 되고 이들 질소 화합물은 벌채, 시비, 농약 살포 등에 의하여 산림내에서 쉽게 계류수에 녹아 부영양화 등 수질오염을 유도할 수 있다.

모든 조사지점에서 NH₃-N(암모니아성 질소), NO₂-N(아질산성 질소)는 거의 검출되지 않았고, NO₃-N(질산성 질소)는 0.303~1.397mg/l로 하루로 갈수록 증가하는 경향이며 주로 산림토양에서 유출되었거나 식물체에 포함되어 있는 것으로 판단된다.

7) 인산염인(PO₄-P), 총인(T-P)

모든 조사지점에서 인산염인(PO₄-P)은 검출되지 않았으며, 총인(T-P)은 0.010~0.027mg/l로 상하류 구분은 확실치 않으며, 五臺山 조사(黃, 鄭 1997)와 비교시 다소 높기는 하나 수치가 높지 않아 계류수의 자연함유량으로 판단된다.

8) Chl-a, 식물플랑크톤 현존량

수체의 생산성을 알 수 있는 Chl-a는 0.85~1.93mg/m³으로 전반적으로 수치가 높지는 않다. 조사지점 중 일부 지점의 시료를 Glutaaldehyde로 전처리하여 식물플랑크톤을 조사한 결과 현존량은 9,240~98,280cells/l이었다. 조사결과 대부분이 Synedra속, Cymbella속, Navicula속 등의 부착성 구조류이며, Scenedesmus속의 녹조류도 일부 조사되었다.

Table 1. Aquatic environmental factors of the surveyed stations

Stations \ Items	1	2	3	4	5	6	7	8
Date (1998)	June.29	June.29	June.29	June.29	June.30	June.30	June.30	June.30
WT (°C)	22.7	21.0	19.5	24.3	23.0	22.0	19.0	16.4
pH	7.2	7.1	6.9	8.4	7.3	7.3	7.0	7.0
EC (μmhos/cm)	43	33	31	129	45	44	36	29
DO (mg/l)	8.55	8.50	8.70	8.60	8.65	8.85	9.10	9.40
Oxygen Saturation (%)	102	98	98	104	103	104	101	98
BOD (mg/l)	0.35	0.15	0.10	0.40	0.15	0.15	0.35	0.50
COD (mg/l)	1.3	1.3	1.9	1.4	1.3	0.9	1.4	2.2
NO ₂ -N (mg/l)	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND
NO ₃ -N (mg/l)	1.397	0.672	0.635	1.198	0.646	0.716	0.717	0.303
NH ₃ -N (mg/l)	0.056	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TKN (mg/l)	0.112	0.056	0.056	0.112	0.056	0.056	0.112	0.056
PO ₄ -P (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T-P (mg/l)	0.012	0.026	0.010	0.026	0.015	0.027	0.022	0.013
SS (mg/l)	0.8	0.4	1.6	3.2	2.0	1.6	1.6	2.4
Chl-a (mg/m ³)	0.85	1.59	1.83	1.59	1.64	1.93	1.77	1.22
Cu (mg/l)	0.051	0.005	0.029	0.001	0.006	0.004	0.022	0.005
Pb (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mn (mg/l)	0.002	0.001	0.002	0.011	0.002	0.003	0.001	0.003
Zn (mg/l)	0.020	0.010	0.017	0.003	0.004	0.013	0.014	0.026
K (me/l)	1.132	0.792	0.869	1.088	0.754	0.958	0.856	0.751
Na (me/l)	1.696	1.300	1.354	1.788	1.770	1.493	1.285	1.303
Ca (me/l)	3.445	2.471	2.264	16.007	4.113	3.584	2.728	2.165
Mg (me/l)	0.627	0.415	0.368	2.664	0.693	0.843	0.556	0.466
Standing Crops (cells/l)	9,240	-	12,600	98,280	-	27,300	-	-
Width (m)	8.3	6.0	5.7	50.0	4.4	15.0	6.0	2.8
Q (m ³ /sec)	1.4	1.1	0.6	13.6	0.2	2.9	0.5	0.1

* ND : Not Detected

9) 중금속(Heavy Metals), 양이온

산림내에서 벌채작업등 인위적인 개발 등으로 유발될 수 있는 Cu, Pb, Cd 등의 중금속을 분석한 결과 Pb, Cd는 검출되지 않았으며 Cu 0.001~0.051mg/l, Mn 0.001~0.011mg/l, Zn는 0.003~0.026mg/l로 나타났다. 계류수에 녹아 수질오염을 유발시키는 용존물질 중 산림토양에서 유출되는 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등의 용존이온들은 주변의 암석과 토양에 존재하는 이온의 종류에 따라 달라지며, 분석결과는 Table 1과 같다.

2. 河川構造

옥동천 수계의 지점 4와 지점6을 제외한 모든 조사지점의 하상은 바위와 자갈로 된 Aa형 하천이다. 하폭은 옥동천 수계의 조사지점이 비교적 넓고, 낙동강 수계의 내성천 수계의 조사지점은 2.8 ~ 6m로 좁으며 유량도 0.1~0.5m³/sec이다.

摘要

선달산-어래산 일대의 8지점에서 1998년 6월 29일부터 7월 4일까지 수환경조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 수온은 16.4~24.3°C로 하류로 갈수록 증가하는 경향이며, pH는 7.0~8.4, 옥동천수계의 하류인 St.4를 제외한 모든 지

점의 전기전도도(EC)는 29~45 $\mu\text{mhos/cm}$ 로 매우 낮았다. DO는 8.5~9.4 mg/l 로 포화율이 98%를 넘는 양호한 수질 상태를 보였다.

2. BOD는 0.1~0.5 mg/l 로 낮게 나타났고 COD는 0.9~2.2 mg/l 이다.

3. $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 는 검출되지 않았고, $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 0.303~1.397 mg/l , T-P는 0.010~0.027 mg/l 로 측정되었다.

4. Chl-a는 0.8494~1.9316 mg/m^3 로 전반적인 수치는 높지 않으며, 식물플랑크톤현존량은 9,240~98,280 cells/l 로 부착성 규조류가 대부분이었다.

5. 지점4, 지점6을 제외한 모든 지점의 하상이 바위와 자갈로된 Aa형 하천이다.

Table 2. River structures of the surveyed station

Items\Stations	Depth(m)	Width(m)	Q(m^3/sec)	Bottom structures	River types	remarks
1	0.35~0.43	8.3	1.4	Rock and pebble	Aa	
2	0.25~0.42	6.0	1.1	Rock and pebble	Aa	
3	0.26~0.29	5.7	0.6	Rock and pebble	Aa	
4	0.40~0.52	50.0	13.6	Pebble and sand	Bb	
5	0.45~0.50	4.4	0.2	Rock and pebble	Aa	
6	0.18~0.63	15.0	2.9	Rock, pebble and sand	Ab	
7	0.30~0.37	6.0	0.5	Rock and pebble	Aa	
8	0.16~0.22	2.8	0.1	Rock and pebble	Aa	

參考文獻

田祥麟·邊和根, 1996. 芳台山 南西斜面 一帶의 水環境 및 淡水魚類相. 韓國自然保存協會 調查報告書 第37號 : p. 95~106

田祥麟·黃鍾瑞, 1995. 芳台山 北斜面 一帶의 水環境 및 淡水魚類相. 韓國自然保存協會 調查報告書 第35號 : p. 121~134

黃鍾瑞·鄭眞姬, 1998. 五臺山國立公園 西北斜面 一帶의 水環境. 韓國自然保存協會 調查報告書 第38號 : p. 135~141

朴在鉉, 1995. 12. 山林流域에 있어서 溪流水質 評價基準 定立에 關한 考察(I). 자연보존 제92호 : p. 23~38

박재현, 1996. 9. 山林流域에 있어서 溪流水質 評價基準 定立에 關한 考察(II). 자연보존 제95호 : p. 38~52