

The Report the KACN,  
No. 38, pp. 135~141(1998)

## 五臺山國立公園 西北斜面 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 環境研究室

### Aquatic Environments of the Streams in Mt. Odae National Park

by

Hwang, Chong-Seo and Chin-Hee, Chung

Environmental Reserch Laboratory, Rural Research Institute,  
Rural Development Corporation, Korea

#### ABSTRACT

The aquatic environments at 9 stations in northwestern area of Mt. Odae National Park were surveyed from June 29 through July 4, 1997. The results are as follows. Water temperature was in the range of 12.8 ~ 17.1°C, pH was neutral by having the value of 6.9~7.0, and EC was as low as 29 ~ 49  $\mu\text{mhos/cm}$ . DO was 8.6 ~ 9.6  $\text{mg/l}$ , which means that the oxygen saturation was over 90%. BOD was as low as 0.2 ~ 0.5  $\text{mg/l}$ , and COD was relatively high, which was assumed to be influenced by organic matters like fallen leaves. Even though there were no human habitation and cultivated acreage upstream, T-N was 0.112 ~ 0.168  $\text{mg/l}$ , and T-P was 0.006 ~ 0.010  $\text{mg/l}$ . Primary production was recognized in the upper stream by the Chl-a range of 1.416~2.472  $\text{mg/m}^2$ . All the stations except station 4 were river type "Aa" consisted of rock and pebble.

#### 緒 論

행정구역상으로 江原道 評昌郡, 溟州郡, 洪川郡을 포함하고 있는 五臺山國立公園은 지형적으로 한반도의 중동부에 속하고 經緯度上으로는 東經 128°30', 北緯 37°48' 사이에 위치하고 있으며 白頭大幹의 중추를 이루는 海拔 1,500m 이상의 산봉과 다양한 계곡의 연속으로 이루어진 雄大秀麗한 景勝地이다. 조사구역에는 汚染源이 거의 없으며, 전답이나 인가도 드물어 자연경관이 별로 훼손되어 있지 않다.

본 조사는 지금껏 종합적인 학술조사가 없었던 五臺山 주요봉의 서측면을 중점적으로 조사하여 그 일대의 生態系를 밝힘으로써 自然資源의 가치를 평가하고, 그 보존대책의 학술적 기초를 마련하기 위한 일환으로 실시하였다. 특히 본 조사는 지금까지 우리나라에서 오염원이 거의 없는

깊은 계곡의 수질을 조사한 자료가 거의 없는데 하천 영양물질의 자연 함유량을 밝히는데도 중요한 자료가 될 수 있을 것이다.

## 調 査 方 法

### 1. 調 査 期 間

1997년 6월 29일부터 7월 4일까지의 6일간

### 2. 調 査 地 所 (Fig. 1. 參 照)

- St. 1 : 江原道 洪川郡 內面 廣院里 척천리의 北漢江水系 桂芳川의 淸수골측 지류의 상류
- St. 2 : 江原道 洪川郡 內面 廣院里 소대산의 桂芳川의 淸수골측 지류의 상류
- St. 3 : 江原道 洪川郡 內面 廣院里 淸수동의 桂芳川의 淸수골측 지류
- St. 4 : 江原道 洪川郡 內面 廣院里 淸수골側 지류와 합류되는 桂芳川의 本流 淸소폭포 아래
- St. 5 : 江原道 洪川郡 內面 明開里 桂芳川 명개교 상류 446번 지방도 옆
- St. 6 : 江原道 洪川郡 內面 明開里 桂芳川 上流 명개교 옆 조개동측 지류 합류 직전
- St. 7 : 江原道 洪川郡 內面 明開里 桂芳川 上流 명개교 옆 조개동측 지류
- St. 8 : 江原道 洪川郡 內面 明開里 桂芳川 지류의 지류
- St. 9 : 江原道 洪川郡 內面 明開里 桂芳川 上流 국립공원 매표소 아래

### 3. 調 査 方 法

수환경조사 중 수질의 理化學的 調查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 프로펠러식 流速計(M1&Z4)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 : Dissolved 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)

- 酸性 100℃에서 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>) 산화법
- 부유물질(SS : Suspended Solids)
  - 유리섬유여지(GF/C)에 의한 중량법
- 총질소(TKN : Total Kjeldahl Nitrogen)
  - Kjeldahl법에 의한 정량분석법
- 총인(T-P : Total Phosphorous)
  - 아스코르빈산환원법에 의한 흡광광도법
- 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

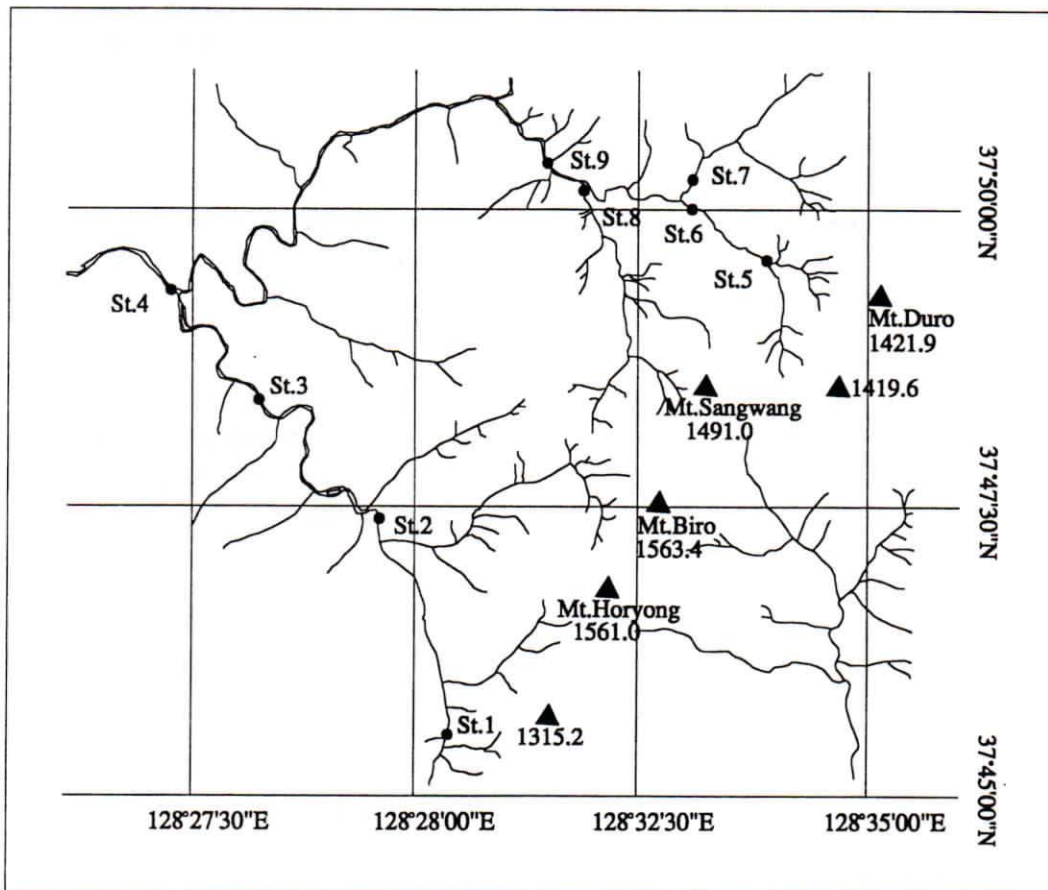


Fig. 1. A Map of surveyed stations

## 結果 및 考察

### 1. 水環境 要因

본 조사에서 측정 또는 관찰된 각 調査地所에서의 水環境要因은 Table 1과 같으며 그 특징을 項目別로 검토하면 다음과 같다.

#### 1) 水溫(WT)

水溫은 물속에 서식하는 각종 어패류의 생존에 중요한 영향을 미치는 環境因子로 山林內 溪流水는 季節變化에 따른 온도변화가 대체로 일정하게 유지된다. Table 1에서처럼 모든 調査地所의 水溫은 12.8~17.7°C(평균 15.1°C)로 약간 낮은 편이다. 수온은 조사지점의 해발 표고, 조사시간의 기온, 조사시기, 하천의 상하류 등에 따라 다르기 때문에 다른 조사와 비교하기가 매우 어려운 특성이 있어 조사시간이 6월 하순이고, 해발이 높은 국립공원의 자료와 비교하였다. 본 조사에서 추정된 수온은 96년 6월 하순 방태산 조사(田, 黃1995)보다는 약 1°C정도 높으며, '95년 6월 하순에 조사한 변산반도 국립공원의 조사(田, 黃 1995)보다는 10°C정도 낮은데, 변산반도는 해발이 낮고 유로 연장이 짧기 때문으로 판단된다.

#### 2) 水素이온濃度(pH)

水素이온濃度は 물의 酸 또는 알칼리의 강도를 나타내는데 모든 調査地所의 pH는 6.9 ~ 7.0으로 중성상태이며, 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)에 비해 다소 높으나(洪·鄭, 1982), 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 모든 調査地所에서 29 ~ 49 $\mu$ hos/cm로 매우 낮았으며, 이런 조사 결과는 인근의 방태산 복사면조사(田, 黃 1995)의 28.1 ~ 41.8 $\mu$ hos/cm와 비슷한 결과이다. 또한 인가나 전답 등 하천에 영향을 주는 오염원은 없으나, 전기전도도는 하류로 갈수록 증가하였다. 이런 조사결과는 발왕산 조사(田, 黃 1991)와 방태산 복사면 조사(田, 黃 1995)와도 경향이 같다.

#### 4) 溶存酸素(DO)

물의 汚染狀態를 나타내는 하나의 指標인 溶存酸素는 모든 調査地所에서 8.6 ~ 9.6mg/l(평균 9.18mg/l)로 DO포화율 90 ~ 95%로 거의 포화상태였다. DO는 EC와 달리 하류로 갈수록 감소하였는데 이는 수심의 증대, 유속의 감소, 유입되는 유기물의 산화로 인한 산소소비가 크기 때문이라고 판단된다. 이런 조사결과는 雪嶽山 內雪嶽에서 1984년 9월에 측정된 평균 DO 9.1mg/l(洪·張, 1984)와 桂芳山에서의 溪流水 평균 DO 9.0mg/l(洪·鄭, 1982)와 거의 비슷하며, 7.5 mg/l 이상인 河川의 水質環境基準 I等級을 모두 만족하는 매우 양호한 상태였다.

#### 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의 有機物質 함유량의 정도를 파악하는 간접적인 指標로써 하천에서는 BOD, 海域과 호수에서는 COD가 水質汚染의 指標로 이용된다.

Table 1에서처럼 모든 조사지소에서의 BOD는 0.2 ~ 0.5mg/l로 河川의 水質環境基準 I등급에

해당하는 매우 양호한 狀態이며, COD는 2.1 ~ 2.8mg/l 로 BOD에 비해 다소 높게 나타났으며, COD는 다른 조사 보고서에서 이런 고지대의 깊은 계곡의 측정치를 찾을 수 없어 비교하기는 어렵지만 水中에 落葉 등의 비분해성 有機物質의 영향이라고 판단된다.

6) 총질소(TKN), 총인(T-P)

T-N은 0.112 ~ 0.168mg/l, T-P는 0.006 ~ 0.011mg/l 로 상하류 모두 비슷한 수치를 보였고, 인가나 전답등의 인위적인 오염원이 거의 없는 계류수의 자연함유량으로 판단된다.

7) Chl-a

수체의 생산성을 알수 있는 Chl-a는 1.46 ~ 2.47mg/m<sup>3</sup>으로 조사되었고 상하류 구분은 확실치 않았다. 다만 계방천 본류와 합쳐진 지점 4의 수치가 가장 높은 것은 이 지점의 T-N, T-P 가 높은 것과 관계가 있을 것으로 판단된다. Chl-a 측정치는 소백산조사의 0.0 ~ 1.2mg/m<sup>3</sup>(田, 黃 1994)보다는 높고, 발왕산 조사(田, 黃 1991)의 3.04 ~ 13.09mg/m<sup>3</sup>보다는 낮은 값이다. 이는 소백산 조사시는 홍수로 인하여 수량이 많았고, 발왕산 조사는 조사시기가 8월로 수온이 높고 조사지점이 오염원이 많은 용평리조트 하류이기 때문으로 판단된다.

8) 중금속류

중금속 중 Cu, Pb, Cd 등 오염과 관련된 항목은 검출되지 않았으나 Mn이 0.001 ~ 0.014mg/l, Zn은 0.004 ~ 0.014mg/l 로 나타났다. 이 항목도 비슷한 환경의 다른 분석치를 찾을 수 없어 비교가 어렵지만 이 지역의 자연함유량으로 보인다.

2. 河川構造

조사 하천은 오대산의 계류이기 때문에 하상은 모두 바위나 자갈로된 aa형 하천이며 지점 4 침소 폭포 아래 본류와 합류되는 곳만 하상에 모래가 있었다. 하폭은 을수골은 5 ~ 27m로 비교적 넓고 월정사와 56번 국도를 잇는 446번 지방도측 조사지점은 5 ~ 7m로 좁으며 유량도 을수골은 0.4 ~ 4.7m<sup>3</sup>/sec, 446번 도로측은 0.2 ~ 0.8m<sup>3</sup>/sec이다.

Table 1. Aquatic environmental factors of the surveyed stations

Items \ Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date (1997)	June.29	June.29	June.29	June.29	June.30	June.30	June.30	June.30	June.30
AT (°C)	-	21.8	-	17.5	21.8	-	-	25.7	26.6
WT (°C)	12.8	14.2	17.1	17.7	13.2	14.6	16.1	14.4	15.8
pH	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	7.0
EC (µmhos/cm)	29	32	41	49	36	34	41	31	32
DO (mg/l)	9.6	-	-	8.6	-	9.4	9.4	-	8.9
DO포화율(%)	91	-	-	91	-	93	95	-	90
BOD (mg/l)	0.5	-	-	0.4	-	0.3	0.3	-	0.2
COD (mg/l)	2.1	-	-	2.5	-	2.6	2.8	-	2.5

T-N (mg/l)	0.112	-	-	0.168	-	0.112	0.168	-	0.112
T-P (mg/l)	0.008	-	-	0.011	-	0.010	0.006	-	0.010
SS (mg/l)	0.4	-	-	1.2	-	1.2	0.4	-	0.4
Cl (mg/l)	3.5	-	-	4.6	-	3.1	4.2	-	4.9
Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )	1.416	-	-	2.472	-	1.715	1.783	-	1.489
Cu (mg/l)	ND	-	-	ND	-	ND	ND	-	ND
Pb (mg/l)	ND	-	-	ND	-	ND	ND	-	ND
Cd (mg/l)	ND	-	-	ND	-	ND	ND	-	ND
Mn (mg/l)	0.014	-	-	0.002	-	0.002	0.001	-	0.001
Zn (mg/l)	0.005	-	-	0.008	-	0.004	0.014	-	0.007
유량 (m <sup>3</sup> /sec)	0.4	1.5	1.8	4.7	0.2	0.2	0.3	0.2	0.8

\* ND : Not Detected

Table 2. River structures of the surveyed station

Stations	Items	Depth(m)	Width(m)	Flow late(m <sup>3</sup> /sec)	Bottom structures	River types	remarks
1		0.3~0.5	4.95	0.4	Rock and pebble	aa	
2		0.3~0.5	12.0	1.5	Rock and pebble	aa	
3		0.4~0.7	17.3	1.8	Rock and pebble	aa	
4		0.3~0.9	27.0	4.7	Rock, pebble and sand	ab	
5		0.1~0.4	5.0	0.2	Rock and pebble	aa	
6		0.2~0.3	4.2	0.3	Rock and pebble	aa	
7		0.3~0.6	6.7	0.3	Rock and pebble	aa	
8		0.4~0.7	4.6	0.8	Rock and pebble	aa	
9		0.3~0.8	7.2	1.2	Rock, pebble and sand	aa	

## 摘 要

오대산 국립공원의 서측 계류 9지점에서 1997년 6월 29일부터 7월 4일까지 수환경조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 수온은 12.8 ~ 17.1℃로 낮은 편이고, pH는 6.9 ~ 7.0으로 중성이며, 전기전도도(EC)는 29 ~ 49µmhos/cm로 매우 낮았다. DO는 8.6 ~ 9.6mg/l로 포화율이 90%를 넘는 양호한 수질상태를 보였다.
2. BOD는 0.2 ~ 0.5mg/l로 낮게 나타났고 COD는 2.1 ~ 2.8mg/l로 비교적 높은 편이나, 이는 수중에 낙엽 등의 비분해성 유기물질의 영향이라고 판단된다.
3. 인가나 전답이 없는 하천의 최상류인데도 T-N은 0.112 ~ 0.168mg/l, T-P는 0.006 ~ 0.010mg/l로 측정되었고, Chl-a도 1.416 ~ 2.472mg/m<sup>3</sup>으로 나타나 하천의 최상류에도 생산이 있음을 알 수 있다.

4. 계방천 본류와 합류되는 지점 4 칩소폭포 아래를 제외하면 모든 지점의 하상이 바위와 자갈로 된 aa형 하천이다.

#### 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, 1991. 發旺山 溪流의 水環境 및 淡水魚類相. 韓國自然保存協會 調查報告書 第30號 : p. 105~119.
- 田祥麟·黃鍾瑞, 1994. 小白山 國立公園 溪流의 水環境 및 淡水魚類相 韓國自然保存協會 調查報告書 第33號 : p. 141~155.
- 田祥麟·黃鍾瑞, 1995. 國立公園 內邊山地域의 水環境 및 淡水魚類相. 韓國自然保存協會 調查報告書 第34號 : p. 115~128.
- 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.
- 洪思澳·鄭奎赫, 1981. 柱芳山 溪流의 理化學的 水質調查. 韓國自然保存協會. 第20號 : p. 171~179.
- 洪淳佑·張鎔錫, 1984. 雪嶽山 溪流의 水質環境 및 水生微生物. 雪嶽山學術調查報告書(1984), 江原道 : p. 351~369