

伊沙川 流域의 非點汚染源 流出負荷

文 亨 夫

麗水大學校 環境工學科

Pollutants Discharged from Non-point Sources of I-sa River Basin

Hyung-Bu Moon

Dept. of Environmental Engineering, Yosu National University

ABSTRACT

Field study of pollutants discharged from non-point sources to a natural water channel. A characteristics of discharge of non-point source was tested using data from natural streams in rainfall runoff.

Rainfall run-off samples were collected form river. The water surface, water velocity, discharge, COD and SS were measured. COD and SS loads were determined for rural areas of watershed using measured concentrations and runoff volumes estimated by the load of non-point source.

The run-off of hydrological and pollutants from non-point source were tested on the study site of I-sa River and its major tributaries. The results of the field study were analyzed and presented in this paper.

Key Words : Non-point Sources, Contaminant Loads, Rainfall Run-off, Field Study

1. 序 論

降雨는 流域으로부터 여러 가지 物質들을 移送시키고 흘러내려 간다. 降雨時 流出하는 汚染物質의 負荷量은 晴天時 流出 負荷量과 比較하면 대단히 큰 값이다. 降雨時 非點汚染源으로부터의 流出負荷는 流下時間이 짧고, 빛은 物質이 먼 距離까지 到達하는 特性을 가지고 있다.

污染物質들이 各 發生源에서 排出되어 어떤 水域으로 流入되는 過程에 稀釋, 擴散, 移流,沈澱, 吸着, 溶解 등의 經路를 거치게 되며, 더욱이 河川에서의 取水 또는 河川으로의 排水 등 人爲的인 操作이 부가되어 매우 複雜한 過程을 거치게 된다. 이런 過程에 의해 汚染物質들은 물에 溶解되거나 懸濁되어 물의 移動에 따라 下流로 運搬되어 갈 것이다. 이와 같이 汚染物質의 流出은 降水의 流出보다

複雜한 過程을 고려해야 한다^{1),2)}.

이와 같은 非點污染源에서 發生하는 汚染物質들이 河川을 통해 流下하는 過程을 說明하기 위한 많은 研究^{3),4)}들이 진행되어 왔으나, 短期間 즉 降雨가 시작되고 河川 流出이 진행되는 짧은期間에서의 現場測定은 없었다. 따라서 本研究에서는 河川의 基底流出 狀態에서부터 시작해서 直接流出을 거쳐 다시 基底流出 狀態가 될 때까지 現場觀測에 의해 非點污染源의 流出負荷에 관한 特性을 알아보고자 한다.

2. 觀測 流域과 時期

觀測 流域은 流域 内에 比較的 都市化의 速度가 늦어 汚染源이 적은 全南 順天市의 伊沙川을 選擇했다. Fig.1에 伊沙川 流域과 觀測 位置를 表示하였다. Fig.1과 같은 伊沙川 流域 内에 韓國水資源公社에서 運營하는 降雨觀測所가 있어, 여기에서 觀測한 降雨 資料를 利用할 수 있었다. 現場 觀測期間中 降雨記錄을 Fig.2에 나타냈다.

上沙川의 流域面積은 35.1Km^2 , 伊沙川의 流域面積은 141.2Km^2 이다. 本研究에서 選定한 河川의 集水面積은 176.3Km^2 이었다.

觀測時期는 1997年 5月 7日 07時부터 5月 8日 17時까지였다. 또한 Fig.1에 表示한 것과 같이 觀測領域 内에 上沙川 流入部의 西樂橋(Fig.1의 A), 三天橋(Fig.1의 B), 觀測領域의 下流部에 梁慄橋(Fig.1의 C)등 3개의 橋梁이 있어, 이곳에서 降雨時 水位와 流速을 觀測할 수 있었기 때문에, 이 地域을 選定했다.

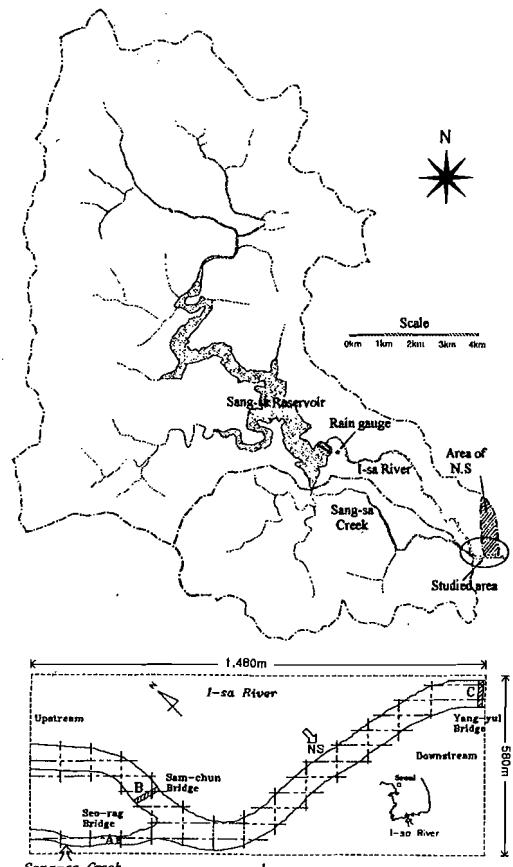


Fig.1 Layout of I-sa River basin

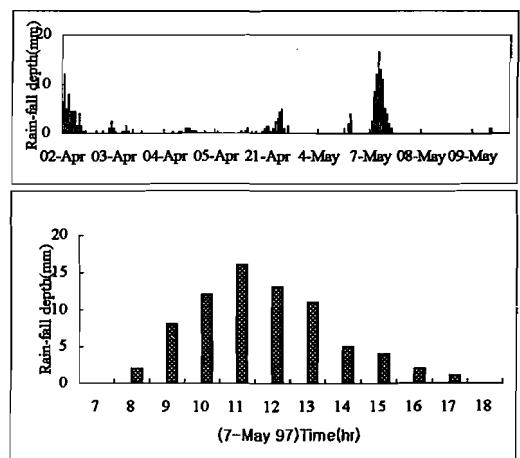


Fig.2 Hyetograph at I-sa River basin

3. 觀測項目 및 方法

3.1. COD와 SS

降雨 流出 中 河川水의 試料 採取點은 Fig.1에 表示한 A, B, NS, C이다. 各 觀測點에서 試料를 1 時間 間隔으로 35回 採取했다. 이 試料들의 COD 分析 結果를 Fig.4에, SS分析 結果를 Fig.5에 나타냈다.

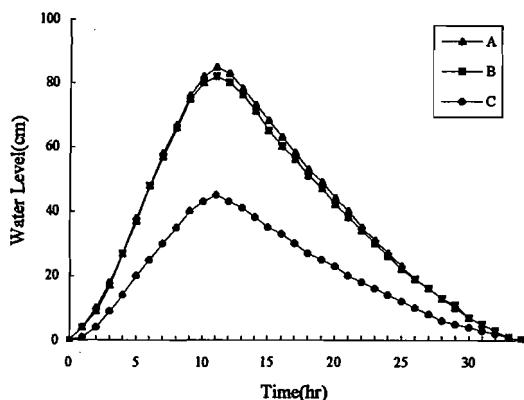


Fig.3 Water levels measured at selected locations

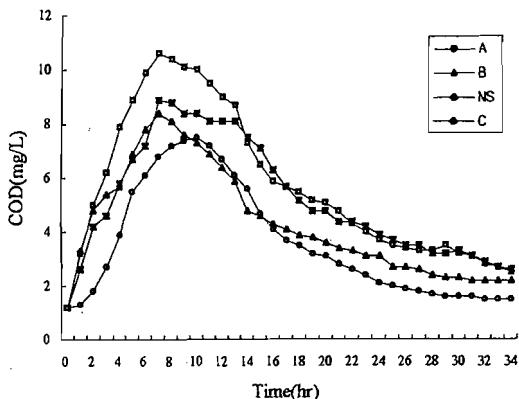


Fig.4 COD's measured at selected locations

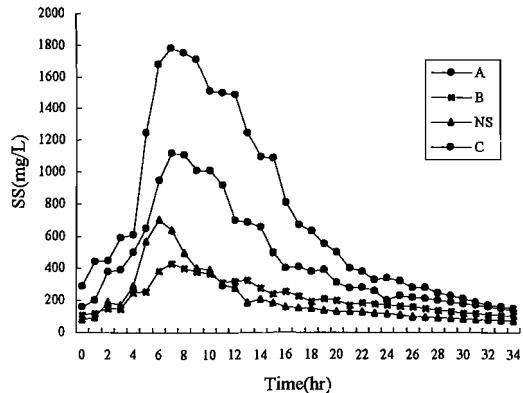


Fig.5 SS's measured at selected locations

3.2. 水位

水位 觀測點은 西樂橋(Fig.1의 A), 三天橋(Fig.1의 B), 梁慄橋(Fig.1의 C) 등 3곳이었다. A, B, C 에서는 橋梁이 있었으므로 橋脚에 標尺을 附着해서, 1時間 間隔으로 35回의 水位를 읽었다. 이 位置에서 觀測한 結果를 Fig.3에 나타냈다.

3.3. 流速

流速計에 의한 河川의 速度測定은 비교적 큰 河川에서는 效果的이나 水源地點에 가까운 溪流나 적은 河川에서는 運搬土石이나 얕은 水位 때문에 流速의 测定이 어렵다. 그러나 관측 대상 하천인 伊沙川에서는 Fig.6과 같이 基底流出 時에도 水深이 充分히 有持되고 있으므로 流速計에 의해 流速을 测定했다.

橋梁이 있는 位置, 즉 Fig.1의 A, B, C에서 流水斷面積을 實測했다. 西樂橋에서의 河川幅은 20m, 三天橋에서의 河川幅은 60m, 梁慄橋에서의 河川幅은 90m로 측정되었다. Fig.6과 같이 全斷面을 小區間으로 區節하여 流速을 测定했다. 西樂橋에서는 10m 間隔으로 2개의 小區間으로, 三天橋에서는 10m 間隔으로 6개의 小區間으로, 梁慄橋에서는 10m 間隔으로 9개의 小區間으로 나누고, 各 小區間

마다平均流速을 测定했다. 各小區間에서 水深의 20%와 80%에 해당하는 水深까지 流速計를 沈水시켜 點流速을 测定하고, 이 値을 平均하여 各小區間의 平均流速으로 测定했다. A에서의 流速觀測의 結果를 Fig.7에, B에서의 流速觀測의 結果를 Fig.8에, C에서의 流速觀測의 結果를 Fig.9에 나타냈다.

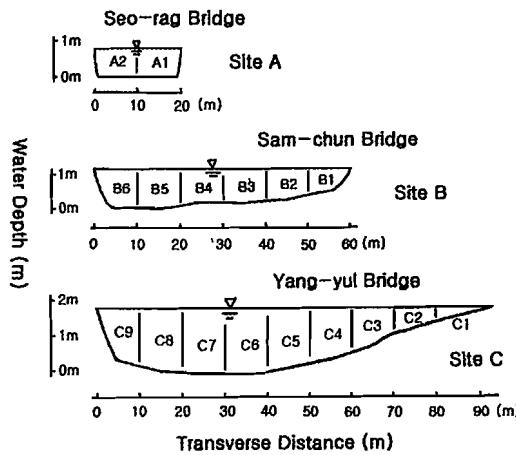


Fig.6 Cross-sections of site A, B and C

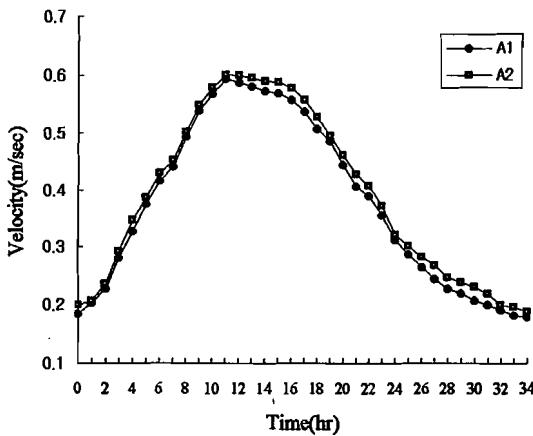


Fig.7 Velocity measured at site A

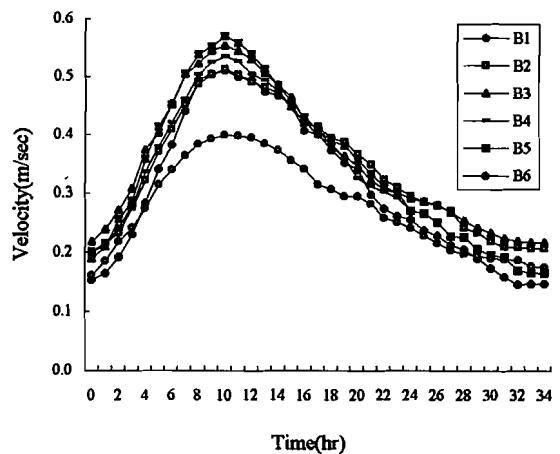


Fig.8 Velocity measured at site B

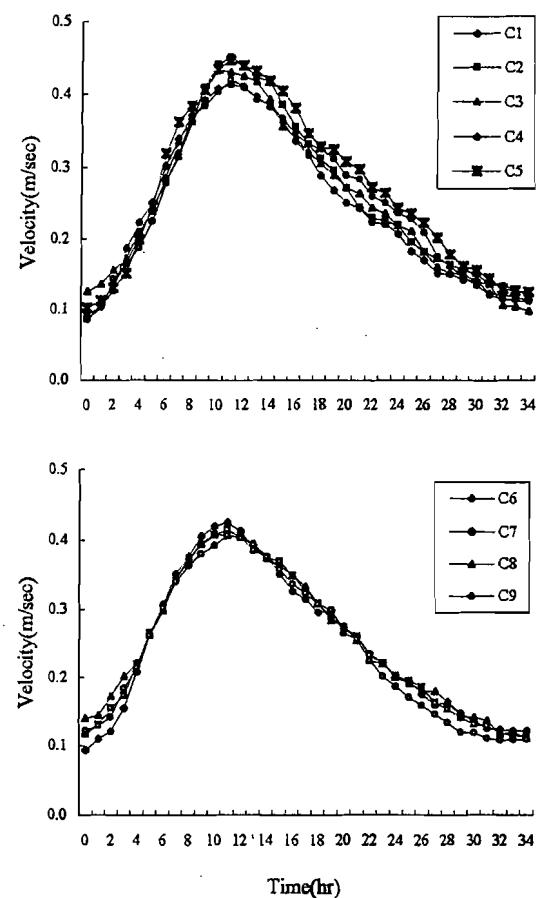


Fig.9 Velocity measured at site C

3.4. 流量 및 負荷量의 算定

流域의 地形의 特性 및 流域의 土地利用 狀態에 의해서 降雨時 流出의 流下時間이나 流下過程이 달라지며, 流量과 水質濃度의 時間의in 流出 變化도 달라진다. 또한 降雨時 流出의 流量 變化에 대한 各 水質項目은 負荷 發生源의 存在 位置, 形態 및 量에 따라 濃度가 變化한다. 따라서 本 研究에

서는 河川 上流에서의 負荷量, 支川 流入點에서의 負荷量 및 非點汚染源의 負荷量을 觀測했다.

基底流出 상태에서 Fig.1의 A, B, C에서 河川의 橫斷面績을 測定하고, 그 結果를 Fig.6에 나타냈다. 降雨 流出時 變動하는 河川의 水位를 1時間 間隔으로 測定하고, A, B, C에서 降雨의 直接流出期間中 觀測한 水位 值에 의해 각 時間마다 流水斷面績을 算定했다. 이 流水斷面績과 平均流速을

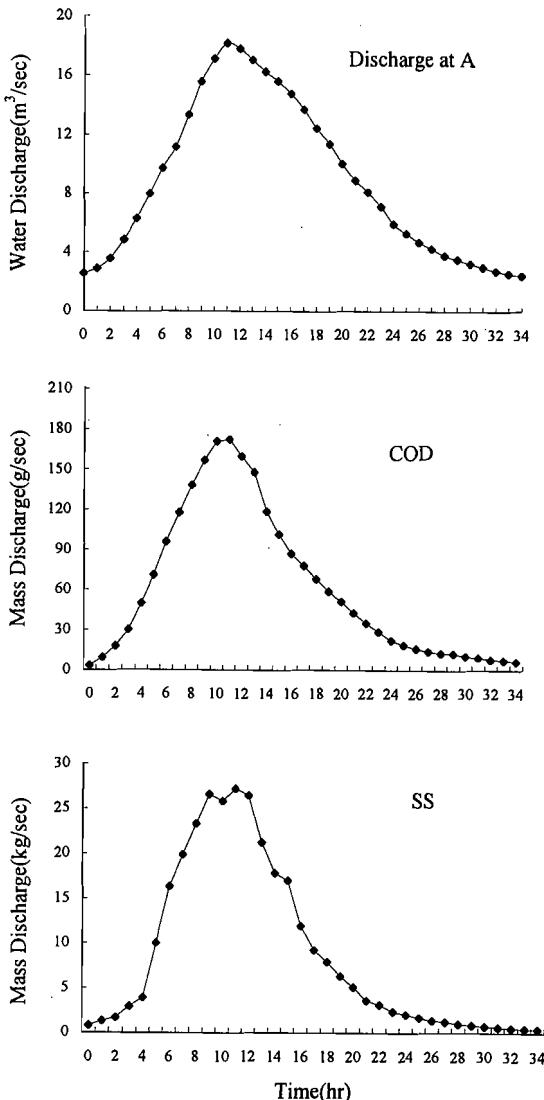


Fig.10 Mass-discharge curve at site A

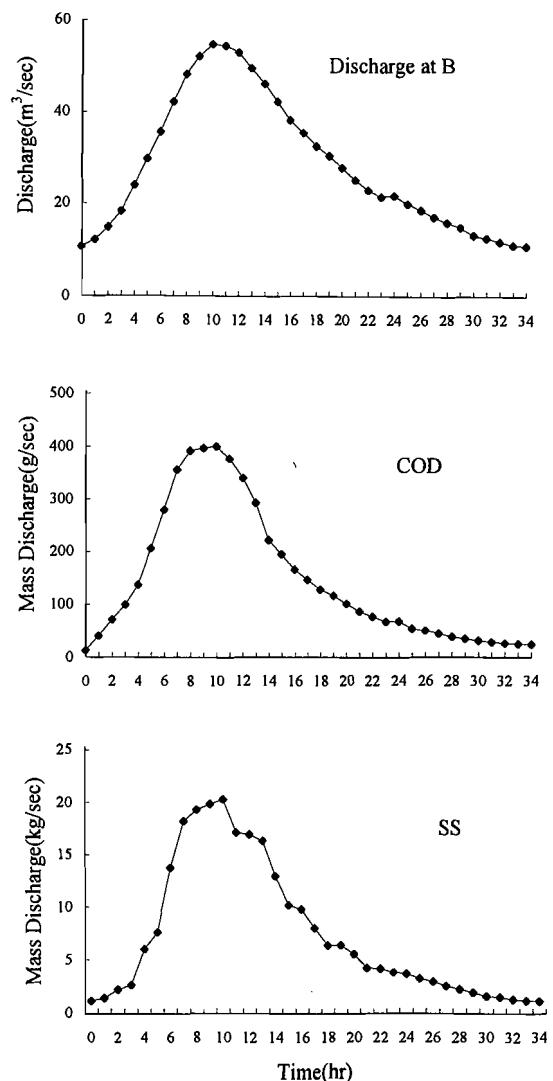


Fig.11 Mass-discharge curve at site B

곱해서 斷面 A, B, C에서의 流量을 計算했다. 이 값을 Fig.10, Fig.11, Fig.12에 나타냈다.

특히 Fig.1의 NS(斜線部分)에서의 負荷量을 算定하기 위하여, 河川으로 流入하는 물을 1時間 間隔으로 採取하여 COD 및 SS를 測定하였다. 또한 이 位置에서는 農業用水의 排水路가 있어 Parshall flume를 設置하고 1時間 間隔으로 流量을 測定하였다. 이렇게 測定한 COD 및 SS와 流量에 의해

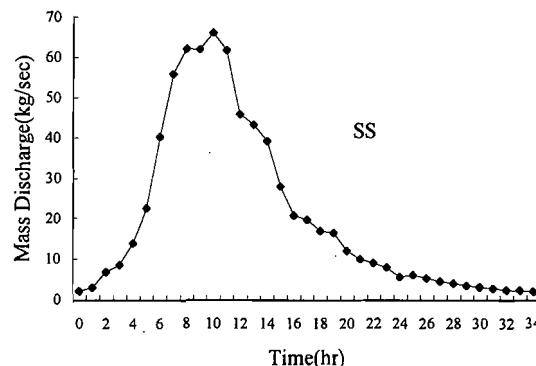
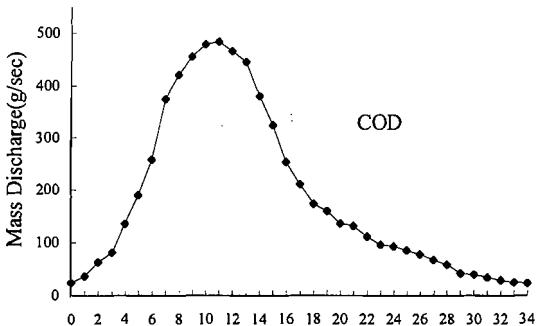
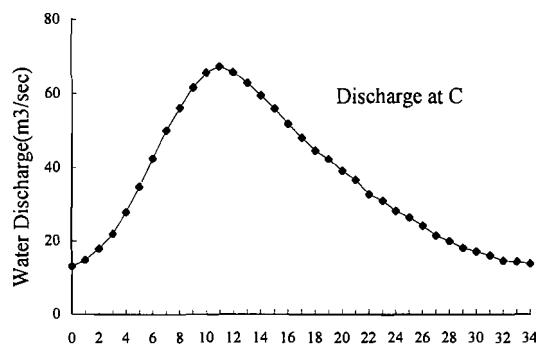


Fig.12 Mass-discharge curve at site C

負荷量을 算定하고, 이 結果를 Fig.13에 나타냈다.

上沙川이 伊沙川에 流入되는 곳, 西樂橋(Fig.1의 A)를 支川의 流入點으로 取扱했다. 支川의 汚染負荷量은 Fig.1의 A에서 觀測한 流量과 COD 및 SS에 의해 算定했다. 그 結果를 Fig.10에 나타냈다. 伊沙川 上流로부터의 負荷量은 三天橋(Fig.1의 B)의 流量과 COD 및 SS에 의해 算定하고 Fig.11에 나타냈다. 河川의 下流 쪽에 位置한 梁慄橋

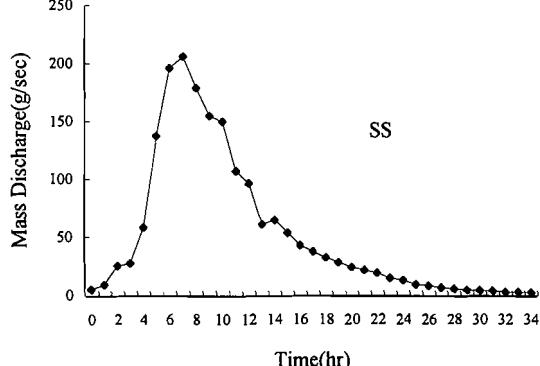
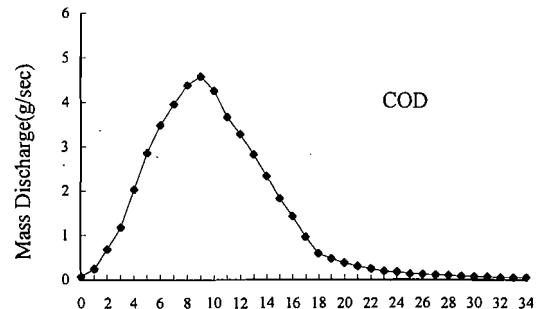
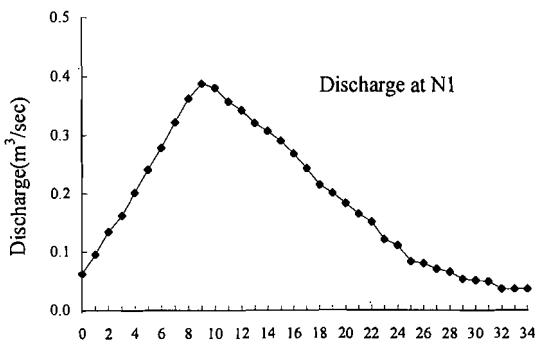


Fig.13 Mass-discharge curve at site NS

(Fig.1의 C)에서의 流量과 COD 및 SS에 의해 負荷量을 算定하고, Fig.12에 나타냈다.

4. 觀測結果의 檢討

晴天時 流出은 比較的 安定되고 작기 때문에 人爲的인 排出에 의한 變動이 流量이나 水質濃度의 變動을 支配하는 경우가 많다. 반면, 降雨時 非特定汚染源의 流出負荷量은 間接流出에 의한 自然負荷, 降雨에 關係 없이 排出되는 点汚染源의 負荷, 發生 降雨에 의해 排出되는 非特定汚染源 負荷 등으로 複合된 形態를 띠게 된다. 따라서 觀測 流域을 選定하고 降雨의 流出 및 非點汚染源의 負荷를 現場觀測을 통해 그 特性을 알아보고자 함이 本研究의 目적이었다.

COD는 西樂橋에서 觀測時間 8時間(實際時間: 5月 7日 15時)에, 三天橋와 梁慄橋에서 觀測時間 7時間(實際時間: 5月 7日 14時)에 最大濃度 값이 나타났다. 한편 NS에서 COD는 觀測時間 6時間(實際時間: 5月 7日 13時)에 最大濃度 값이 나타났다.

SS는 西樂橋, 三天橋, 梁慄橋에서 觀測時間 7時間(實際時間: 5月 7日 14時)에 最大濃度 값이 나타났다. 한편 NS에서 SS는 觀測時間 6時間(實際時間: 5月 7日 13時)에 最大濃度 값이 나타났다.

觀測流域의 NS에서 COD와 SS의 流出이 伊沙川이나 上沙川보다 1時間 정도 빠르다는 것을 알 수 있었다. 이는 NS의 流域面積이 伊沙川이나 上沙川보다 相對的으로 작아서, 流下時間도 짧다는 것을 確認할 수 있었다.

流域面積이 上沙川이나 NS보다 큰 伊沙川이 流下하는 三天橋의 COD와 SS의 濃度와 그 時間의 變化가 西樂橋나 NS의 流出變化보다 緩慢하고, 濃度도 낮은 것은 伊沙川의 上流에 있는 上沙댐에 原因이 있는 것으로 생각된다. 즉 伊沙川 上流에 위치한 上沙댐의 降雨時 流出負荷에 대한 緩衝能力에 起因한다고 생각된다.

流域 内의 土地利用 狀態나 流域規模의 差異 또는 降雨時 流出의 流下時間이나 流下過程의 差異 때문에 流量과 水質濃度의 時間의 流出變化도 달라질 것이다. 觀測 流域에서 降雨의 流出은 Fig.10, 11, 12, 13에 나타낸 것과 같이 NS에서 觀測時間 9時間(實際時間: 5月 7日 16時), 三天橋에서는 觀測時間 10時間(實際時間: 5月 7日 17時), 西樂橋와 梁慄橋에서 觀測時間 11時間(實際時間: 5月 7日 18時)에 最大 值이 나타났다. 이는 COD와 SS의 最大濃度가 最大流量에 앞서 나타난다는 것을 보이고 있다.

COD에 의해 算定한 負荷量은 西樂橋에서 觀測時間 11時間(實際時間: 5月 7日 18時), 三天橋에서 觀測時間 10시간(實際時間: 5月 7日 17時), 梁慄橋에서 觀測時間 11시간(實際時間: 5月 7日 18時), NS에서 觀測時間 9시간(實際時間: 5月 7日 16時)에 最大 值이 나타났다.

SS에 의해 算定한 負荷量은 西樂橋에서 觀測時間 10시간(實際時間: 5月 7日 17時), 三天橋에서 觀測時間 10시간(實際時間: 5月 7日 17時), 梁慄橋에서 觀測時間 9시간(實際時間: 5月 7日 16時), NS에서 觀測時間 7시간(實際時間: 5月 7日 14時)에 最大 值이 나타났다.

負荷量은 가장 下流에 위치한 梁慄橋(Fig.1의 C)에서 最大 值을 나타내고 있다. COD 負荷量은 最大流量과 거의 一致해서 나타났으나, SS 負荷量은 1시간 또는 2시간 앞서 나타났다. NS에서의 負荷量은 작았지만 짧은 時間에 集中된 것을 볼 수 있다. 이는 NS의 流域面積이 伊沙川이나 上沙川보다 相對的으로 작다는 것에 原因이 있는 것으로 생각된다. 西樂橋, 三天橋, 梁慄橋에서 負荷量의 時間의 變化는 流量의 變化 樣相과 비슷했다. 이는 負荷量이 降雨의 流出과 密接한 관계가 있음을 알 수 있으며, 流域面積의 크기에도 影響을 받는다는 것을 알 수 있었다.

5. 結 論

SS와 COD의 變化는 降雨 流出量의 變化와 密接한 關係가 있음을 確認할 수 있었다. 즉, 非點汚染源의 流出負荷는 降雨에 의해 移送되므로 降雨와 流出의 關係를 解明하는 水文學的 流出過程과 밀접한 相關關係를 가지고 있다.

非點汚染源의 負荷에 의한 河川의 水質과 그 影響을 評價하기 위해서는 河川의 흐름을 定常狀態로 分類할 수 있는 基底流出 뿐만 아니라 非點汚染源에서의 流出負荷는 降雨의 流出에 同伴되기 때문에 降雨의 流出이 進行되는 短期間의 解析이 必要하다고 생각된다. 또한 降雨時 流出의 流量變化에 대한 各 水質項目의 濃度變化는 負荷發生源의 位置, 形態 및 量에 따라 流出舉動도 달라질 것이지만, 伊沙川의 觀測에서는 流域의 地形的 條件과 負荷量이 密接한 關係를 가지고 있음을 確認할 수 있었다.

參 考 文 獻

- 1) 國松孝男, 村岡浩爾 “河川汚濁의 model 解析” 技報堂出版, (1989).
- 2) 松梨順三郎 “環境流體污染” 森林出版, (1993)
- 3) Bannerman, R. T., Owens, D. W., Dodds, R. B., and Hornewer N. J. Sources of pollutants in Wisconsin stormwater, Water science and technology, IAWQ, Vol 28, 241-259. (1993)
- 4) Senichi Ebise, Takanobu Inoue, and Akihiro Numane. Runoff Characteristics and observation methods of pesticide and nutrients in rural rivers, Water science and technology, IAWQ, Vol 28, 589-593. (1993)