

# 堤大川 流域 畚地帶의 물收支

## Water Balance on Paddy Fields in Jedae Cheon Basin

安 世 永\* · 李 根 厚\*\*  
Ahn, Se Young · Lee, Keun Hoo

### Summary

To investigate the status of irrigation water use and the degree of repeated use of irrigation water, observations for water balance analysis were made during the irrigation periods in 1986 and 1987 crop year. The total area of studied site is 1,441 ha. The site is a major portion of Jedaecheon basin which is located in Bubuk-myeon, Miryang-gun, Gyeongnam Province.

The studied area was subdivided into six small blocks. The water balance analysis for these subdivided blocks were carried out considering characteristics of each block.

Obtained results are as follow :

1. In mountainous sloppy paddy area(less than 7% slope), the surface inflow was 5.4 mm/day in average that is one third of the surface inflow into plain paddy area ; 16.7 mm/day.

2. The surface inflows at the vegetative stage and the ripening stage were 15.5 mm/day and 10.4 mm/day, respectively. Those figures were larger than the actual consumptive use at respective same stages ; 13.3 mm/day and 9.2 mm/day, respectively. Whereas, the surface inflow at generative stage was 12.5 mm/day which was less than 14.0 mm/day ; the actual consumptive use.

3. The range of the variation of water storage term was 1 mm/day. This means that there were no change in depth of ponded water on paddy fields.

The relationship between the variation of water storage( $\Delta S$ ) and the variation of ground water table(H) could be expressed as follow :  $\Delta S=0.14H+0.26$

4. The ground water inflow into the transition region ; paddy fields which are located continuously from the mountainous area to the plain area, was larger than the out flow from this region, in general. However, in the plain region where the ground water utilization was predominant, the ground water outflow from this region was larger than inflow to this region.

\* 密陽農蚕專門大學

\*\* 慶尚大學校 農科大學

키워드 : 물收支, 反復利用, 地表水流動量, 貯溜量變化量, 地下水流動量, 廣域用水

The relationship between the ground water flow( $G_2 - G_1$ ) and the consumptive use in large paddy area( $D_1 - D_2$ ) could be expressed as follow :  $(G_2 - G_1) = 0.95(D_1 - D_2) - 3.79$

## I. 緒 論

農業用水의 計劃 需要量은 水稻作을 基準하여 볼 때 一筆地 畝에서의 減水深에 面積을 곱하여 求하고 있다. 그러나 實際의 畝部分은 廣域이므로 用水가 反復利用되기 때문에 위에서와 같이 求한 計算値는 過多한 量이 될 수 있다.

그러므로 實際 畝에서 用水가 어떻게 利用되고 있으며 또 어느 程度가 反復利用되고 있는가를 把握하여 그 反復利用量을 既存 水源의 蒙利區域 擴張이나 新規水源의 計劃時에 反映한다면 農業用水는 물론 우리나라 全体 水資源 確保와 現況把握에 크게 기여할 것으로 期待된다.

用水의 利用 實態나 反復利用 程度를 파악하기 위해서는 現狀의 물收支를 調查하지 않으면 안 된다. 本稿에서는 慶尙南道 密陽郡 府北面을 흐르는 堤大川 流域內에 있는 1,441 ha의 畝에 대하여 農業用水의 물收支를 調查하여, 農業用水의 效率的인 管理方法을 摸索하고 아울러 今後 물管理의 시스템이나 合理的인 農業用水 計劃을 樹立하는데 기여할 資料를 提供하고자 한다.

## II. 調查地域의 概要

### 1. 位置 및 地形

慶尙南道 密陽郡 府北面을 흐르는 堤大川 流域內 畝地帶로서(Fig. 1 참조) 地形은 谷間地, 洪積台地, 河成平坦地가 混在되어 있으며 地勢는 北에서 南으로 約 1/350의 傾斜를 이루면서 中央의 河川을 향하여 左右가 傾斜져 있는 谷低侵蝕盆地이다.

### 2. 土 壤

흙은 大部分이 微砂質壤土이고 pH는 5.7, 有

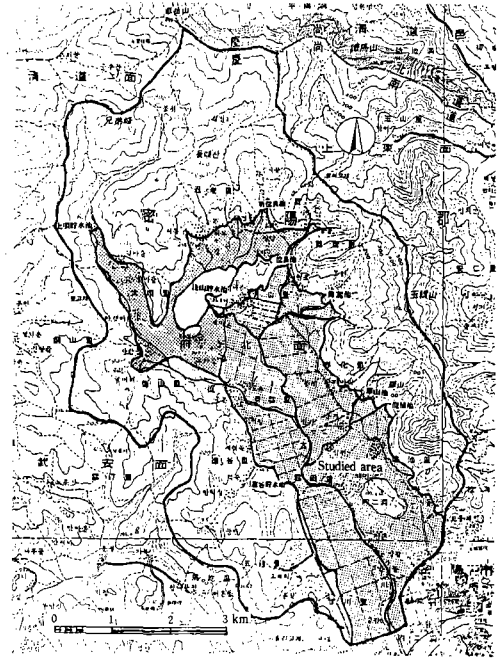


Fig. 1. Topography of studied area.

機物 含量은 2.75% 程度로 우리나라 全國 어디 서나 볼 수 있는 畝土壤에 속한다.

### 3. 氣 象

釜山地方气象台 密陽氣象觀測所의 記錄에 의 하면 本 調查地域은 年平均 氣溫 15.5°C, 降水量 1,247.5 mm, 風速 1.6 m/sec, 湿度 69% 程度로 生活과 農事에 알맞는 條件을 갖추고 있다.

### 4. 土地利用狀況

對象面積 1,441 ha 中 81.5%가 논이며 기타는 道路, 水路 및 宅地로 構成되어있다.

### 5. 水利 現況

가. 灌溉用水源

主水源工으로 佳山貯水池와 德谷貯水池外에 多數의 小溜池가 調査地域의 境界인 山間部에 散在하고 있으며 地域內를 流下하는 河川에는 補助水源工으로 23個의 伏가 設置되어 있다. (Fig. 2 참조)

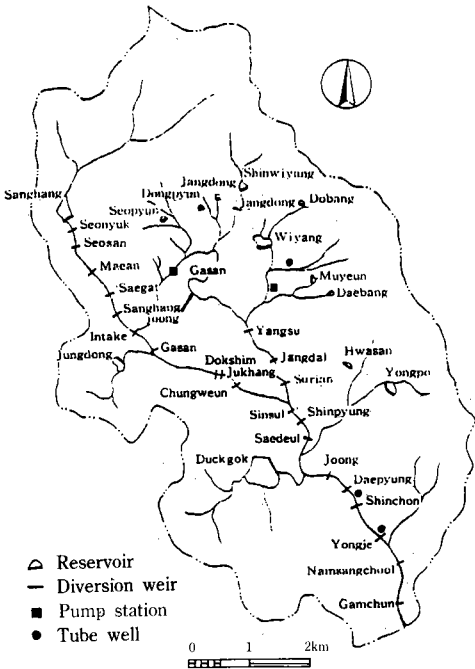


Fig. 2. Irrigation facilities.

나. 用排水系統

貯水池에서 導水되는 上項, 東部, 佳德, 西部用水路, 伏에서 導水되는 德谷池導水路와 中部用水路가 幹線 用水路이며 主要 排水路는 地形의 凹部를 흘러 堤大川에 合流하는 河谷 以外에 耕地整理地區의 主排水路가 있다. (Fig. 3 참조)

다. 물 管理

各 用水路 支配面積을 一般的으로 4~5日 給水하고 2~3日 斷水하는 間斷灌溉方法이 農地 改良組合 管理下에서 實施되고 있으나 用水施設의 水門조작은 水門管理人이나 水路감시원에 의해서 行해지고 있다.

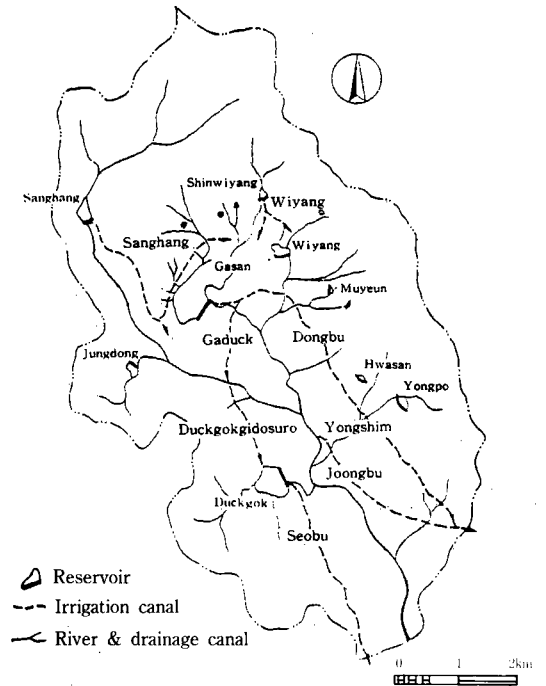


Fig. 3. Irrigation and drainage canals.

標準인 물 管理로서 못자리 給水는 4月 中旬~5月下旬에, 移秧用給水는 6月上旬~6月 下旬 사이에 行해지며 9月下旬 頃 물빠기 및 벼베기가 開始되어 落水하는 것이 普通이다.

III. 研究內容 및 方法

1. 물 收支式

廣域 畝地帶에서 一定區域, 一定期間에 있어서의 물收支를 一般인 式으로 나타내면 (1) 式과 같다.

$$(R + D_1 + G_1) - (ET + D_2 + G_2) = \Delta S \dots\dots (1)$$

여기서 R: 降雨量 D<sub>1</sub>: 地表水流入量 G<sub>1</sub>: 地下水流入量 ET: 蒸發散量 D<sub>2</sub>: 地表水流出量 G<sub>2</sub>: 地下水流出量 ΔS: 貯溜量變化量

그런데,

$$\Delta S = M + H \cdot P_a + W_s \dots\dots\dots (2)$$

여기서 M : 土湿变化 H : 地下水水位变化 P<sub>a</sub> : 地下水水位 变化部分의 容氣率 W<sub>s</sub> : 地表水变化 이므로 (1)式을 整理하면 (3)式과 같이 된다.

$$(D_1 - D_2) = (G_2 - G_1) + ET + M + W_s + H \cdot P_a + R \dots\dots\dots (3)$$

2. 調査 方法

가. 調査期間

'86年과 '87年 6月中旬부터 9月下旬까지의 調査期間中 無降雨時에 調査하였다.

나. 調査項目

물收支式 各項에 대하여 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, H는 實測 調査하고 M와 ET 및 P<sub>a</sub>는 國內外 試驗 資料를 利用 決定하였으며 W<sub>s</sub>는 推定해서 물收支를 計算하고 ΔS와 地下水流動量 (G<sub>2</sub>-G<sub>1</sub>)을 檢討하였다.

다. 區域의 設定

물收支 調査對象이 分水界를 포함한 全流域 이라면 全流域을 1個의 區域으로 設定할 수 있지만 本 調査對象地域은 Fig. 1에서와 같이 堤大川 流域中 畚地帶에 局限되므로 畚地帶 全体를 1個의 區域으로 간주하는 것보다는 地形, 用水源, 用排水路 等を 基準으로 몇個의 區域으로 區分한 다음 각 區域마다의 물收支를 計算하면 各各의 區域은 서로 연관되어 한 區域에서의 流出은 다른 區域에서는 流入이 되는 등 물收支式의 各項을 서로 연관시킬 수 있기 때문에 計算結果를 검토할 수 있고 보다 正確을 期할 수 있다.<sup>1)</sup> 그래서 調査對象地域을 정밀踏査하면서 用排水 系統圖를 만든 후 幹線用水路와 自然排水路를 區域의 境界面으로 하여 Fig. 4와 같이 6個의 區域으로 最終 區分하였다.

라. 測定地点 選定

各 區域의 境界面上에 地表水의 流入을 測定할 수 있는 地点(46個)과 地表水의 流出을 測定할 수 있는 地点(60個)을 Fig. 5와 같이 選定하였으며 各 區域內에 1個所씩 地下水水位 測定을 위한 地点을 選定하였다.

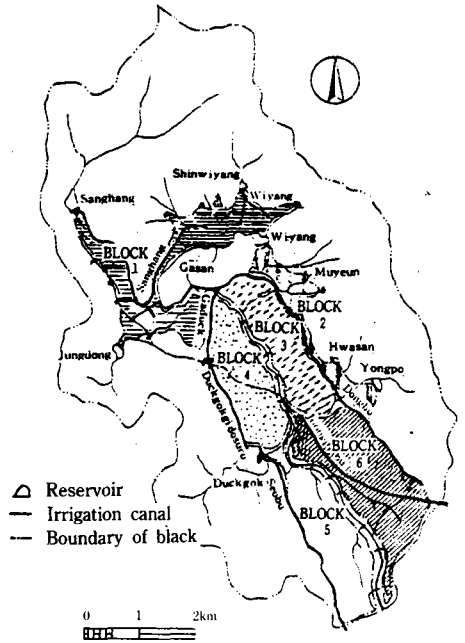


Fig. 4. The boundary of subdivided blocks.

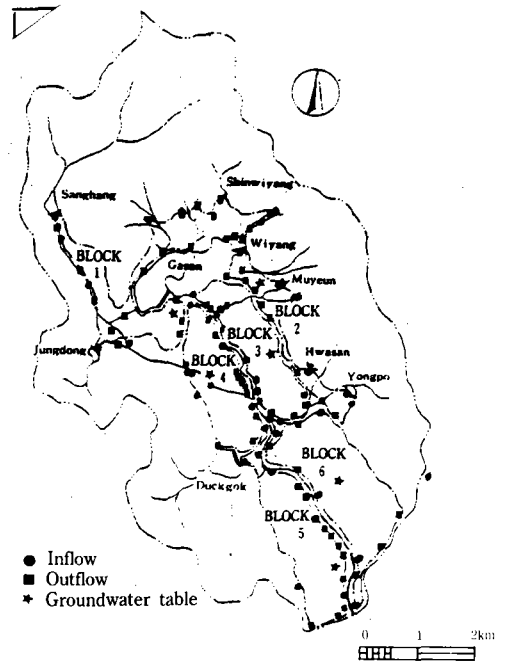


Fig. 5. Location of measuring points for surface flow and ground water table in studied area.

마 測定方法

Fig. 5의 測水點에 대하여 1日 2個區域씩 每日 定時(AM10:00~13:00)에 流速計(斷面이 크거나 一定한곳) 또는 秒時計와 줄자(斷面이 작거나 落水되는곳 等)를 使用하여 地表水의 流入量과 流出量을 實測하였으며 地下水位는 줄자를 利用해서 每日 測定하였다.

IV. 結果 및 考察

1. 地表水 流動

廣域 畚地帶에서 水收支를 檢討할 때는 降雨의 영향이 없어 流量이 가장 安定된 時期 즉 無降雨時를 揀해야 한다.

調査期間中 無降雨時에 該當되는 時期는 '86年度에 5回, '87年度에 4回로 나타난 바 各期를 水稻의 生育時期와 관련시켜 各 區域別 期別 地表水 流入量(D<sub>1</sub>)과 地表水 流出量(D<sub>2</sub>)를 計算한 바 Table-1과 같았다. 여기서 '87. 9. 10~30日 까지가 無降雨時였으나 水稻生育과 관련하여 實際 水管理 상태가 이 期間內에도 變化가 있었으므로 이를 2期로 分離하여 IX, X期로 하고 各各 計算하였다. Table-1에서 D<sub>1</sub>과 D<sub>2</sub>의 流量은 各 調査期間內의 測定值를 測水地點의 流入·流出時間을 감안하여 日流入量을 求한 것이며 ( )內의 수치는 이 값을 該當 區域의 畚面積으로 나누어 水深으로 換算한 값이다.

가. 區域間的 地表水 流動量

Table-1에 의거 全調査期間의 平均 地表水 流入量(D<sub>1</sub>)과 流出量(D<sub>2</sub>)를 區域別로 區分하여 나타내면 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 보면 平野部에 속하는 區域 3, 4, 5, 6에서는 全調査期間의 消費水量 平均值인 9.1 mm/day를 相當히 초과하는 平均 16.7 mm/day의 D<sub>1</sub>이 있었는데 反하여 傾斜部에 속하는 區域 1, 2에서는 消費水量에도 못미치는 平均 5.4 mm/day의 D<sub>1</sub>이 있는 등 區域間에 많은 差異를 나타냈으며 D<sub>2</sub> 역시 全區域 共히 D<sub>1</sub>보다는 적

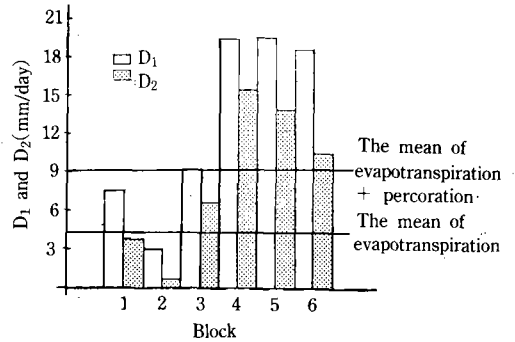


Fig. 6. Comparison of D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub> for each blocks.

었으나 區域 1, 2를 除外하고는 D<sub>1</sub>의 50% 以上이었고 區域 1이 48%, 區域 2가 27%로 가장 적게 나타났다.

이와 같이 區域에 따라 D<sub>1</sub>과 D<sub>2</sub>에 差異가 많게 나타난 것은 傾斜部에 位置한 貯水池(小溜池)의 規模가 平野部에 位置한 貯水池의 規模보다 작다는 점 以外에 平野部에는 淤施設이 있어 傾斜部에서의 余水나 還元水가 反復利用되고 있다는 점과 用水의 使用 如否에 關係없이 區域內 用水路에 일단 用水를 流入시키고 보겠다는 蒙利區域 農民들의 水慾心 等에 起因된 結果라 생각된다.

이러한 結果는 水路構造物의 수명을 短縮시키는 原因이 될 수도 있으므로 철저한 用水 管理가 要望된다.

나. 水稻生育時期와 地表水 流入量

水稻生育時期에 따른 地表水 流入量(D<sub>1</sub>)의 變化狀態를 나타내면 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에서 보면 本 調査地域에서는 D<sub>1</sub>이 벼의 營養生長期와 登熟期에 該當되는 時期에는 各各 15.5 mm/day와 10.4 mm/day로 灌溉計劃基準年의 季節用水量인 13.3 mm/day와 9.2 mm/day보다 많은量이 流入되고 있으나 生殖生長期에는 季節用水量 14.0 mm/day에도 못미치는 量인 12.5 mm/day가 流入되고 있어 벼가 生育하는데 물이 많이 必要한 時期에는 D<sub>1</sub>이 적었고 물이 많이 必要치 않을때는 오히려 D<sub>1</sub>을 많게 供給하는

Table-1. D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub> in each blocks. Unit : D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub> : m<sup>3</sup>/day ( ) : mm/day

Period											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Block & amount of flowing water	86.728-7.30	8.5-8.10	8.19-8.27	9.13-9.18	9.25-9.30	87.612-6.18	6.24-7.3	7.31-8.3	9.10-9.20	9.21-9.30	
	Panicle formation stage	Booting stage	Heading & blooming stage	Milky ripe stage	Dough ripe stage	Harrowing & transplan -ting stage	Rooting stage	Panicle formation stage	Milky ripe stage	Dough ripe stage	
	D <sub>1</sub>	22,813.7(8.8)	24,685.9(9.5)	6,894.7(2.7)	6,842.9(2.6)	21,519.0(8.3)	26,452.3(10.2)	22,729.2(8.8)	24,873.8(9.6)	14,435.0(5.6)	19,440.7(7.5)
D <sub>2</sub>	2,057.2	7,207.5	6,755.4	5,578.7	18,276.2	6,675.7	5,410.0	14,808.6	15,028.6	12,796.6	9,459.4
D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	21,103.5(8.2)	15,606.2(6.0)	17,930.5(6.9)	1,316.0(0.5)	-11,433.3(-4.4)	14,843.3(5.7)	21,042.3(8.1)	7,920.6(3.1)	9,845.2(3.8)	1,638.4(0.6)	9,981.3(3.9)
1	D <sub>1</sub>	6,699.9(5.6)	4,383.8(3.6)	4,887.7(4.1)	1,441.4(1.2)	5,196.7(4.3)	7,726.3(6.4)	4,039.4(3.4)	2,698.2(2.2)	1,090.0(0.9)	3,816.8(3.2)
	D <sub>2</sub>	181.4	775.6	575.9	635.0	2,407.4	921.0	1,366.4	783.6	1,148.8	1,053.2
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	6,518.5(5.4)	3,608.2(3.0)	4,311.8(3.6)	806.4(0.7)	-1,732.9(-1.4)	2,789.3(2.3)	6,805.3(5.7)	2,673.0(2.2)	1,914.6(1.6)	-58.8(-0.1)
2	D <sub>1</sub>	23,485.2(12.8)	19,379.0(10.6)	15,999.9(8.7)	7,905.0(4.3)	1,903.0(1.0)	20,388.8(11.1)	19,295.4(10.5)	21,490.8(11.7)	19,038.2(10.4)	16,753.5(9.2)
	D <sub>2</sub>	12,468.8	9,114.4	8,734.4	4,898.0	2,597.2	12,326.0	14,561.4	21,756.5	30,961.2	12,583.3
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	11,016.8(6.0)	10,264.6(5.6)	7,265.5(4.0)	3,007.0(1.6)	-694.2(-0.4)	8,062.8(4.4)	4,734.0(2.6)	10,234.7(5.8)	-265.7(-0.1)	-11,923.0(-6.5)
3	D <sub>1</sub>	46,601.1(26.6)	40,330.2(23.0)	39,986.3(22.8)	9,233.6(5.3)	9,574.9(5.5)	45,182.1(25.8)	41,777.3(23.9)	32,271.7(18.4)	43,445.3(24.8)	33,982.3(19.4)
	D <sub>2</sub>	34,889.2	34,347.3	27,830.1	14,351.9	13,849.1	22,509.2	32,807.6	24,747.7	33,627.9	26,313.9
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	11,711.9(6.7)	5,982.9(3.4)	12,156.2(6.9)	-5,118.3(-2.9)	-4,274.2(-2.4)	22,672.9(12.9)	8,969.7(5.1)	7,241.6(4.1)	7,524.0(4.3)	9,817.4(5.6)
4	D <sub>1</sub>	38,191.4(17.9)	36,973.9(17.3)	40,069.1(16.8)	26,015.0(12.2)	12,435.1(5.8)	47,588.5(22.3)	54,350.6(25.5)	56,502.9(26.5)	49,172.4(23.0)	41,770.3(19.6)
	D <sub>2</sub>	22,199.7	23,303.5	26,997.3	31,698.4	24,567.0	29,907.8	32,404.4	20,664.7	48,321.1	28,661.9
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	15,991.7(7.5)	13,670.4(6.4)	13,071.8(6.1)	-5,683.4(-2.7)	-12,131.9(-5.7)	17,680.7(8.3)	21,946.2(10.3)	29,850.9(14.0)	35,838.2(16.8)	851.3(0.4)
5	D <sub>1</sub>	56,743.2(25.4)	38,262.2(17.1)	41,835.4(18.7)	28,231.2(12.6)	18,658.1(8.4)	55,507.0(24.9)	43,168.5(19.3)	39,439.4(17.7)	38,358.0(17.2)	40,991.1(18.4)
	D <sub>2</sub>	38,319.3	25,620.2	23,234.3	16,727.5	19,660.3	18,073.4	14,479.5	21,748.2	20,994.8	23,431.7
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	18,423.9(8.3)	12,642.0(5.7)	18,601.1(8.3)	11,503.7(5.2)	-1,002.2(-0.4)	37,433.6(16.8)	28,689.0(12.9)	17,691.2(7.9)	17,363.2(7.8)	14,249.0(6.4)
6	D <sub>1</sub>	32,480.3(16.2)	27,023.8(13.5)	27,910.7(13.4)	13,296.8(6.3)	8,236.4(3.9)	32,563.7(16.0)	32,128.4(16.0)	28,780.8(14.1)	29,365.9(14.1)	26,125.8(12.9)
	D <sub>2</sub>	18,352.5	16,728.1	15,687.9	12,314.9	13,447.8	15,316.6	16,764.0	16,178.8	17,329.3	16,917.2
	D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	14,127.8(7.0)	10,295.7(5.1)	12,222.8(6.0)	971.9(0.3)	-5,211.4(-2.5)	17,247.1(8.3)	15,364.4(7.5)	12,602.0(6.2)	12,036.6(5.5)	2,429.0(0.8)
Whole areas											

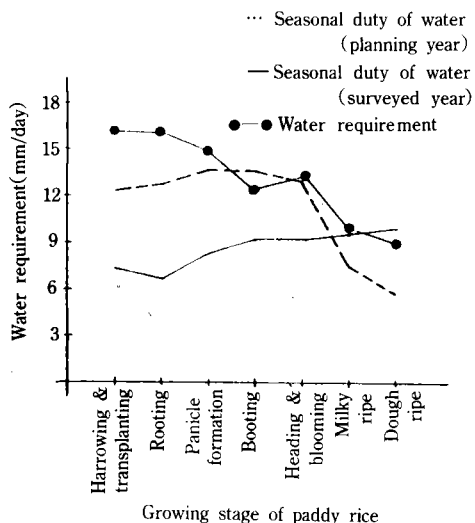


Fig. 7. Variation of water requirement for paddy rice at various growing stages.

用水 供給의 非合理的인 運營을 엮을 수 있다.

## 2. 蒸發散

畝地帶에서 물收支를 調査할때는 地目에 따른

蒸發散量의 差異를 고려해야 하므로<sup>9)</sup> 蒸發散量 (ET)는 實測에 의하는 것보다는 蒸發散比에 관한 國內 試驗 資料를 參考하여 算定하는 것이 普通이다.

그러므로 本 調査地域에서도 各 區域을 便宜上 畝地帶와 畝以外 地帶로 나누어 各各의 面積率을 求한 후 地帶別로 國內 試驗 資料<sup>10, 13, 18)</sup>를 參考하여 各各의 蒸發散比를 推定하고 이를 合成한 區域別 旬別의 蒸發散比를 근거로 區域別 調査 期別의 蒸發散量을 算定한바 Table-2와 같다.

Table-2의 ET는 蒸發散比法에 의해 算定된 값이므로 그 값의 信賴度에 의문이 제기될 수도 있다.

그래서 現在 우리나라 農業用水開發必要水量 算定の 基準<sup>16)</sup>으로 쓰이고 있는 Blaney & Criddle 公式과 Table-2의 값과를 比較 檢討한 바 相關係數  $r=0.80$ 으로 나타났다. 그리고 最近 우리나라에 紹介된 여러 蒸發散量 公式을 가지고 各 公式에 의해 求해진 蒸發散量과 實測한 蒸發散量과의 相關性을 水原地方의 값으로 檢定한 報告<sup>13, 18)</sup>에서도 蒸發散比法이 Jensen-Haise式이나 Penman式等에 比하여 高度의 有意性이 있는

Table-2. Estimated ET from each block during the surveyed periods.

Block	Period	E	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Mean	Areas			
			4.5	5.1	4.6	2.4	3.2	4.3	4.8	3.1	3.8	3.9		Paddy	%	Others	%
1	ET/E	1.19	1.20	1.15	1.08	1.00	0.70	0.84	1.20	1.08	1.00	1.04	120.5	94	8.0	6	
	ET	5.56	6.12	5.29	2.59	3.20	3.01	4.03	3.72	4.10	3.90	4.15					
2	ET/E	1.28	1.29	1.24	1.16	1.07	0.75	0.90	1.29	1.16	1.07	1.12	183.0	82	39.0	18	
	ET	5.76	6.58	5.70	2.78	3.42	3.23	4.32	4.00	4.41	4.17	4.44					
3	ET/E	1.20	1.22	1.16	1.09	1.00	0.70	0.85	1.22	1.09	1.00	1.05	175.2	84	32.5	16	
	ET	5.40	6.22	5.34	2.62	3.20	3.01	4.08	3.78	4.14	3.90	4.17					
4	ET/E	1.21	1.23	1.18	1.10	1.01	0.70	0.86	1.23	1.10	1.01	1.06	213.5	95	11.0	5	
	ET	5.45	6.27	5.43	2.64	3.23	3.01	4.13	3.81	4.18	3.94	4.21					
5	ET/E	1.28	1.29	1.25	1.17	1.07	0.75	0.91	1.29	1.17	1.07	1.13	223.3	67	111.5	33	
	ET	5.76	6.58	5.75	2.81	3.42	3.23	4.37	4.00	4.45	4.17	4.45					
6	ET/E	1.10	1.12	1.07	1.00	0.92	0.65	0.78	1.12	1.00	0.92	0.97					
	ET	4.95	5.71	4.92	2.40	2.94	2.80	3.74	3.47	3.80	3.58	3.83					
Average		ET	5.48	6.25	5.41	2.64	3.24	3.05	4.11	3.80	4.18	3.94	4.21				

것으로 나타났음을 미루어 볼때 Table-2의 값은 信賴할 수 있는 것이라고 판단된다.

3. 貯溜量变化와 地下水流動

물收支式  $(D_1 - D_2) + R - ET = (G_2 - G_1) + \Delta S$  에서  $(G_2 - G_1) + \Delta S$ 를 구하고 여기에서 貯溜量变化量( $\Delta S$ )를 빼면 地下水流動量( $G_2 - G_1$ )을 求할 수 있다.

가. 貯溜量变化量的 推定과 檢討

$\Delta S$ 는 「土湿变化+地下水变化+地表水变化」로 構成된다.<sup>9)</sup>

土湿变化는 畚以外的 土地에서 생긴 蒸發散量과 같은 값으로 变化<sup>2)</sup>하므로 畚以外的 蒸發散量에 面積率을 곱하여 求하였다.

地下水变化는 各 區域의 平均 地下水水位变化에 地下水水位 变化部分의 容氣率을 곱한 것이다.<sup>9)</sup> 容氣率은 土層 各 깊이의 三相分布圖나 揚水試驗等에 의해 구할 수 있으나 實測에 의하는 것보다는 區域 平均의 容氣率을 計算해서 推定하는 것이 오히려 誤差가 적기<sup>9)</sup> 때문에 本 調査地域의 土壤을 參照하여 0.2~0.1로 推定<sup>3,8,9)</sup>하였다. 平均 地下水水位变化는 各 區域內에 마련한 우물의 水位变化를 各 調査期의 日數로 나누어 平均하였다.

地表水变化는 調査期間이 無降雨時이고 水稻 生育時期이므로 用水의 流入이 安定되어 있어 零으로 해도 큰 差異는 없다.<sup>6,7)</sup> 그러나 水稻 生育期間中이라도 물管理에 多少 变化가 있을 수 있으므로 地表水 流出入量의 变化를 參考하여 I, III, VI, VII期는 变化가 없으므로 零으로 하고 II, VIII期는 中間落水를 行하는 畚이 大體의으로 많은 때이므로 -0.1 mm/day, IV, IX期는 落水 初期여서 一部 畚에서는 灌水가 계속되고 있는 상태이므로 -0.2 mm/day, V, X期는 落水期이므로 -0.3 mm/day로 推定하였다.<sup>9)</sup>

이와 같이 해서 區域別 各 期의  $\Delta S$ 를 求하여 Table-3에 나타냈다.

Table-3에서  $\Delta S$ 가 負의 값인 것은 畚面湛水가

Table-3. Estimated values of  $\Delta S$  and  $(G_2 - G_1)$  (unit : mm/day)

Block	Period	$D_1 - D_2$	R	ET	$(G_2 - G_1) + \Delta S$	$\Delta S$	$G_2 - G_1$
1	I	8.2	0	5.56	2.64	-1.44	4.08
	II	6.0		6.12	-0.12	+0.97	-1.09
	III	6.9		5.29	1.61	-1.47	3.08
	IV	0.5		2.59	-2.09	-3.94	-6.03
	V	-4.4		3.20	-7.60	-3.98	-3.62
	VI	5.7		3.01	2.69	-7.70	10.39
	VII	8.1		4.03	4.07	-0.70	4.77
	VIII	3.1		3.72	-0.62	-5.13	4.51
	IX	3.8		4.10	-0.30	-2.99	2.69
	X	0.6		3.90	-3.30	-1.51	1.79
2	I	5.4	0	5.76	-0.36	-0.63	0.27
	II	3.0		6.58	-3.58	-1.40	-2.18
	III	3.6		5.70	-2.10	-0.33	-1.77
	IV	0.7		2.78	-2.08	1.08	-3.16
	V	-1.4		3.42	-4.82	-1.80	-3.02
	VI	2.3		3.23	-0.93	-1.20	0.27
	VII	5.7		4.32	1.38	-0.47	1.85
	VIII	2.2		4.00	-1.80	+1.22	-0.58
	IX	1.6		4.41	-2.81	-0.67	-2.14
	X	-0.1		4.17	-4.27	-0.98	-3.29
3	I	6.0	0	5.40	0.60	-0.71	1.31
	II	5.6		6.22	-0.62	-1.79	1.17
	III	4.0		5.34	-1.34	-0.65	-0.69
	IV	1.6		2.62	-1.02	-2.06	1.04
	V	-0.4		3.20	-3.60	-1.81	-1.79
	VI	4.4		3.01	1.39	-2.20	3.59
	VII	2.6		4.08	-1.48	-0.83	-0.65
	VIII	5.8		3.78	2.02	-0.36	2.38
	IX	-0.1		4.14	-4.24	+0.62	-4.86
	X	6.5		3.90	2.60	+0.35	2.25
4	I	6.7	0	5.45	1.25	-0.76	2.01
	II	3.4		6.27	-2.87	+1.60	-4.47
	III	6.9		5.43	1.47	-0.32	1.79
	IV	-2.9		2.64	-5.54	-0.59	-4.95
	V	-2.4		3.23	-5.63	-1.07	-4.56
	VI	12.9		3.01	9.89	+0.24	9.65
	VII	5.1		4.13	0.97	-0.12	1.09
	VIII	4.1		3.81	0.29	+0.20	0.09
	IX	4.3		4.18	0.12	-0.17	0.29
	X	5.6		3.94	1.66	+0.02	1.64
5	I	7.5	0	7.29	0.21	+0.18	0.03
	II	6.4		8.52	-2.12	-3.64	-1.52
	III	6.1		7.22	-1.12	-0.82	-0.30
	IV	-2.7		3.53	-6.23	-0.91	-5.32
	V	-5.7		3.42	-9.12	-1.01	-8.11
	VI	8.3		3.23	5.07	-0.42	5.49
	VII	10.3		4.37	5.93	-0.31	6.27
	VIII	14.0		5.12	8.88	-0.97	-9.85
	IX	16.8		5.59	11.21	-2.06	13.27
	X	0.4		4.17	-3.77	-1.20	-2.57
6	I	8.3	0	4.95	3.35	-2.18	5.53
	II	5.7		5.71	-0.01	0.84	-0.85
	III	8.3		4.92	3.38	-0.44	3.82
	IV	5.2		2.40	2.80	-1.40	4.20
	V	-0.4		2.94	-3.34	-2.01	-1.33
	VI	16.8		2.80	14.00	2.46	11.54
	VII	12.9		3.74	9.16	0.42	8.74
	VIII	7.9		3.47	4.43	1.47	2.96
	IX	7.8		3.80	4.00	0.63	3.37
	X	6.4		3.58	2.82	0.49	2.33



그만큼 減少하였음을 意味하는 것으로 中間落水나 落水期(IV, V, IX, X期) 때, 溫度上昇을 피하거나 防除을 위한 때(II期), 數日前 많은 降雨가 있어 排水 中이거나 VI期) 豪雨나 颱風의 豫報로 排水 中인 때(VII, VIII期)<sup>3, 9)</sup>가 이에 該當된다. 이는 畝地帶에서  $\Delta S$ 의 값의 變化는 물管理 狀況과 降雨狀況과에 不合理한 점이 있어서는 안된다는 報告<sup>3, 9)</sup>와 잘 符合하고 있다.

그리고 씨레·移秧期(VI期)와 落水期를 除外한 他時期의  $\Delta S$ 의 變化幅이 大体로 1 mm/day 以內로 나타났다. 이는 實際 水稻生育期間中 給水期에는 畝面湛水深에 거의 變化가 없음<sup>3)</sup>을 數値로 證明한 것이며 또한 灌溉期에는 水源이 한정되어  $D_1$ 의 급격한 增大가 없기 때문에  $\Delta S$ 도 크게 變化할 수 없다는 報告<sup>3)</sup>와도 符合된다.

한편  $\Delta S$ 는 畝의 湛水深, 畝以外의 土壤水分, 全域의 地下水水位 變化에 의해서도 左右된다.<sup>7)</sup> 이는 (2)式  $\Delta S = W_s + M + H \cdot P_a$ 에도 符合되며 式에서  $P_a$ 와  $\Delta S$ 는 直線的인 關係가 成立함을 알 수 있으므로 水稻生育期間中 給水期の 實測值  $H$ 와  $\Delta S$ 와의 關係를 그림으로 나타낸 바 Fig. 8과 같이  $\Delta S = 0.14H + 0.26$ 의 關係式을 얻을 수 있었다.

나. 地下水 流動量의 檢討

물收支에 의거 區域別 調查期別 地下水 流動量 ( $G_2 - G_1$ )을 算出하여 Table-3에 함께 나타냈고 이를 그림으로 나타낸 것이 Fig. 9이다

1) 水稻生育時期와 地下水流動量

물收支 計算에 의해서 求해진 ( $G_2 - G_1$ )은 同一 區域이라면 時期에 關係없이 크게 變動하지 않는 것이 通例이다.<sup>3, 6, 7)</sup> 그러나 本 調查地域에서는 Fig. 9에서와 같이 同一 區域에 있어서도 時期別로 큰 差異를 보이고 있다. 즉 논에 물을 많이 대주는 給水期때는 ( $G_2 - G_1$ )의 값이 大体의 正의 값으로 나타났고 (II期除外: 共同防除 관계로 用水供給 阻害), 논에서 물을 빼주는 落水期때는 大体로 負의 값을 나타내고 있다.

이와 같이 ( $G_2 - G_1$ )의 大体的인 變化가 給水

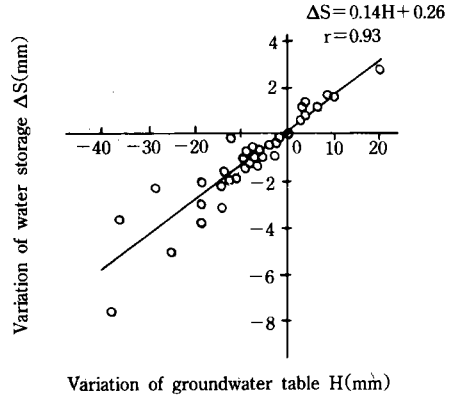


Fig. 8. Relationships between variation of water storage and variation of groundwater table.

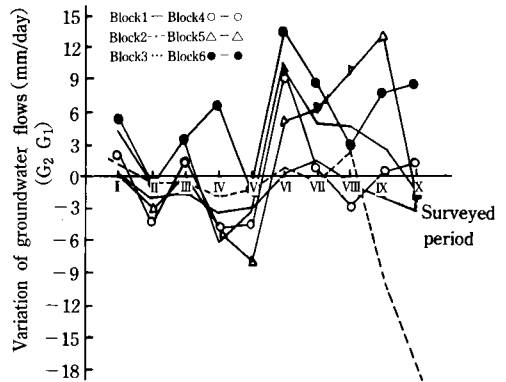


Fig. 9. Variation of groundwater table in each blocks.

期와 落水期로 區分되는 것은 이 地域에서의 地下水 流動이 주로 畝浸透水에 의해서 左右되는 것으로 推測된다.

2) 地形과 地下水 流動量

本 調查地域은 地形上으로 谷間地, 河成平坦地, 洪積台地가 區域別로 構成比率에 多少 差異는 있지만 混在되어 있다. 이들 地形은 물收支上 ( $G_2 - G_1$ )을 無視할 수 없는 곳<sup>3, 9)</sup>이므로 ( $G_2 - G_1$ )의 實態를 比較하여 그 受當性을 檢討해 보고자 한다.

Fig. 9에서 區域2, 3의  $(G_2 - G_1)$ 은 VI期까지는 거의 같은 樣相으로 變化함을 알 수 있다. 이는 區域2와 區域3이 같은 傾斜面上에 接해있고 이 部分이 主로 洪積台地로 構成되어 있어 나타난 結果라 생각되며 VII期부터 變化樣相에 差異가 많게 나타난 것은 '87年度의 잦은 降雨과 豪雨에 기인된 結果라 생각된다.

그리고 區域1, 4 역시 全域이 主로 谷間地로 構成되어 있고 區域1 바로 아래에 區域4가 位置하여 區域1에서의  $G_2$ 가 區域4에 伏流水로 나타나기도 하는 等으로  $(G_2 - G_1)$  變化 樣相이 거의 같게 나타났음을 알 수 있다.

한편 區域5는 全域이 河成平坦地로 構成되어 있고 畚面의 傾斜가 거의 없으며 畚面과 河床과의 標高差도 그리 크지 않은데다 河川에는 여러개의 沓가 設置되어 있어 地下水의 流動은 河川의 水位에 많은 영향을 받는 地域이다. 그러므로 '86年度에는 全調査期間을 通하여 負의 값을 보였으나 '87年度에는 잦은 豪雨와 태풍으로 畚에서는 排水에 淸중하였으므로  $G_2$ 가 增大되어 오히려 全調査期間을 通하여 正의 값을 보였으며 約 20日 程度 無降雨가 있었던 9月下旬에는 正常的으로 負의 값을 보인 것으로 생각된다.

또한 區域6 역시 本 調査地域의 末端部에 位置하지만 인근에 工場(農工団地)과 嶺南作物試驗場이 있어 工業用水와 畚用水를 地下水로서 利用하기 때문에 一般的으로  $G_2$ 가 많아져 一般的으로 正의 값을 나타냈다고 생각된다.

以上과 같이 本 調査地域의 地下水 流動은 區域의 自然的인 條件(地形)이나 人爲的인 條件(區域 인근에서의 揚水 等)에 主로 영향을 받고 있었으며 大體的으로 畚이 산기슭에서 平野部까지 連續되어 있을 때는  $G_1 > G_2$ 가 되고 平野部에서 地下水의 利用이 活潑할 때는  $G_2 > G_1$ 이 됨을<sup>14)</sup> 確認할 수 있었다.

### 3) 廣域畚의 消費水量과 地下水 流動量

畚浸透水는 畚에서의 消費水量에 關係가 있

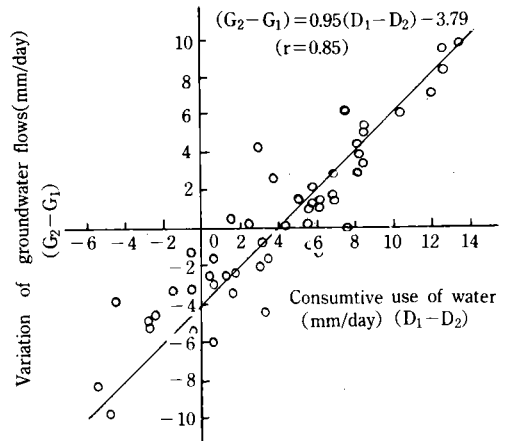


Fig. 10. Relationships between  $(G_2 - G_1)$  and  $(D_1 - D_2)$ .

으므로 Table-1의  $(D_1 - D_2)$ <sup>15)</sup>와 Table-3의  $(G_2 - G_1)$ 과의 關係를 그림으로 나타낸 바 Fig. 10과 같이  $(G_2 - G_1) = 0.95(D_1 - D_2) - 3.79$ 의 關係式이 成立하였다.

## V. 結 論

農業用水의 利用 實態를 파악하기 위하여 密陽郡 府北面을 흐르는 堤大川 流域內 畚面積 1,441 ha에 대하여 '86, '87 2個年에 걸쳐 灌溉期間中 用水의 收支를 實測 調査하였다. 對象地域을 6個의 區域으로 나누고 各 區域의 特性에 따른 물收支 調査 結果를 分析한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 用水源의 規模가 작은 山間 傾斜部 畚地帶에서는 地表水의 流入量이 平均 5.4 mm/day로 平野部 畚地帶에서의 16.7 mm/day에 比하여 約 1/3程度로 작았다.

2. 地表水의 流入量은 벼의 營養生長期와 登熟期에는 各各 平均 15.5 mm/day와 10.4 mm/day로 計劃用水量 13.3 mm/day와 9.2 mm/day보다 많았으나 生殖生長期에는 計劃用水量 14.0 mm/day 보다 작은 12.5 mm/day였다.

3. 水稻生育期間中 給水期에는 貯溜量의 變化

幅이 1 mm/day로 나타나 畚面澆水深에 거의 變化가 없었으며 貯溜量變化量( $\Delta S$ )는 地下水 變化(H)와의 사이에  $\Delta S = 0.14H + 0.26$ 의 關係가 있었다.

4. 畚이 산기슭에서 平野部까지 연속되어 있을 때는 一般的으로 地下水 流入量이 流出量보다 많았고 地下水 利用이 活潑한 平野部 畚地帶에서는 地下水 流出量이 流入量보다 많았음을 確認하였다. 또한 地下水 流動量( $G_2 - G_1$ )과 廣域 畚地帶에서의 消費水量( $D_1 - D_2$ )와의 사이에는  $(G_2 - D_1) = 0.95(D_1 - D_2) - 3.79$ 의 關係가 있었다.

### 參 考 文 獻

1. Ito Y., 1979. Systems of water balance in the Abukuma basin. Jpn. Tech. Rep. N. R. I. A. E. B 45 : 23-63.
2. Kaneko R. 1968. Calculation of repeated use of irrigation water in sand and gravel lands. Jpn. Res. Agr. Eng. 26(5) : 251-255.
3. \_\_\_\_\_. 1969. Studies on the groundwater flow by water balance method. Jpn. Res. Agr. Eng. 7 : 1-22.
4. \_\_\_\_\_, S. Nakagawa. 1969. Water balance in Tsugaru plain. Jpn. Res. Agr. Eng. 7 : 23-32.
5. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1969. Water balance in Aizu basin. Jpn. Res. Agr. Eng. 7 : 33-51.
6. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1969. Water balance in Marugame plain. Jpn. Bull. N. R. I. A. E. 7 : 77-90.
7. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, H. Kamimura. 1969. Water balance in Kamanashi river fan in Kofu basin. Jpn. Bull. N. R. I. A. E. 7 : 67-74.
8. \_\_\_\_\_, H. Kamimura. 1969. Water balance in the middle reaches of Shinano river. Jpn. Bull. N. R. I. A. E. 7 : 53-66.
9. 金子良. 1987. 農業水文學. 共立出版. 135-151, 196-217.
10. 金光植. 1982. 農業氣象學. 鄉文社 : 57, 130-211.
11. 李基春, 金始源, 金哲基. 1984. 農業水利學. 鄉文社 : 68-102.
12. 密陽氣象觀測所. 1986. 1987. 氣象資料旬表.
13. 農業振興公社. 1983. 作物의 消費水量. 技術資料(24) : 14-140.
14. \_\_\_\_\_. 1987. '86. 試驗研究事業報告書. 33-46.
15. 農業土木學會(日本). 1987. 農業水利學 實習 가이드. 91-94.
16. 農水産部, 農業振興公社. 1980. 農業用水開發必要水量基準. 1-20.
17. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1982. 農業用水開發試驗研究.
18. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1986. 作物消費水量 算定方法의 定立 : 25-140.