

洛東江 河口의 物理的 海況에 관한 研究*

尹 甲 東

釜山水產大學

(1988년 7월 31일 접수)

A Study on the Physical Oceanographic in the Mouth of the Nakdong River

Gab Dong Yoon

National Fisheries University of Pusan

(Received July 31, 1988)

A series of echo-sounding and current measurements as well as the drogue and drift bottle experiments were carried out in the mouth of the Nakdong river from April 1986 to August 1987 :

Several sand bars and sea channels are formed by reclaiming and dredging work in the river.

The main stream of the river is separated into east and west branch channel. The tidal current speed of the west channel is faster than that of the east channel in 1986, but is reverse in 1987 to that in 1986.

緒 論

洛東江 河口에는 鮭養殖을 비롯하여 定置網漁業等 많은 漁場이 形成되어 있어 水産業의 유지육성에도 중요하며 工業團地의 인접해역으로써도 매우 중요한 위치에 놓여 있다.

또한 洛東江 河口둑 建設로 인하여 洛東江 下流의 水路 變動과 이로 인한 海底地形의 變動이 생기고 海水流動의 現象이 달라지므로해서 이 일대의 漁場에 많은 영향을 미치고 있다.

우리나라 沿岸이나 灣의 流動을 調査한 것은 高·趙(1962)의 釜山灣의 潮流의 調和分析을 비롯하여 張(1974) 등의 高里해역에서의 海洋調査와 張(1974) 등과 尹(1976)에 의한 光陽灣의 物理的 海流에 관한 연구 및 張(1971)의 晉州灣의 海水流動에 관한 調査 등을 들 수 있다. 日本의 Huh(1982) 등은 人工衛星을 이용하여 黃海에서의 海流를 관측하였으며, Pearson(1977) 및 Bjorn(1978) 등은 江河口에서의 海況에 관하여 研究한 바 있다.

本 研究에서는 1986年 4月, 6月, 10月과 1987年 2月, 3月, 8月に 실시한 海洋觀測資料를 이용하여 河口둑 建設로 인한 洛東江 下流에서의 海底地形의 變動과 海流 等の 現狀을 調査하였다.

* 본 연구는 문교부 학술 연구 조성비로 지원된 것임.

資料 및 方法

1. 海底地形調査

調査水域의 主要水路와 洛東江 河口에서의 水深은 小形船舶에 音響測深機의 送受波器를 氣泡의 影響을 받지 않는 船體中央部에 設置하고 Fig. 2에 나타낸 測深線을 航走하면서 連續測深을 行하여 作圖하였다. 測定當時의 各 測深線의 出發 및 到着地點의 位置는 Magnetic Compass와 Sextant로서 目標物들의 方位와 夾角을 測定하여 交叉方位法과 水平夾角法으로 海圖上에서 求하였고, 미리 選定한 測深線에 對한 針路는 Magnetic Compass로써 維持하였다.

測深資料들은 船舶의 吃水補正과 潮高補正을 行하여 基本水準面에 대한 水深으로 換算하였으며, 測深線 以外의 部分은 202號 海圖를 參考하여 이들 資料로부터 海底地形을 作圖하였다.

2. 海水流動과 水溫 및 鹽分의 觀測

洛東江 河口의 流速도를 中心으로 東側 및 西側 兩水路와 海苔養殖漁場周邊의 流動을 把握하기 위하여 1986年 4월부터 大潮期와 小潮期에 Fig. 1에서 나타낸 觀測點 $S_1 \sim S_{10}$, $T_1 \sim T_{12}$ 및 西側水路 河口域의

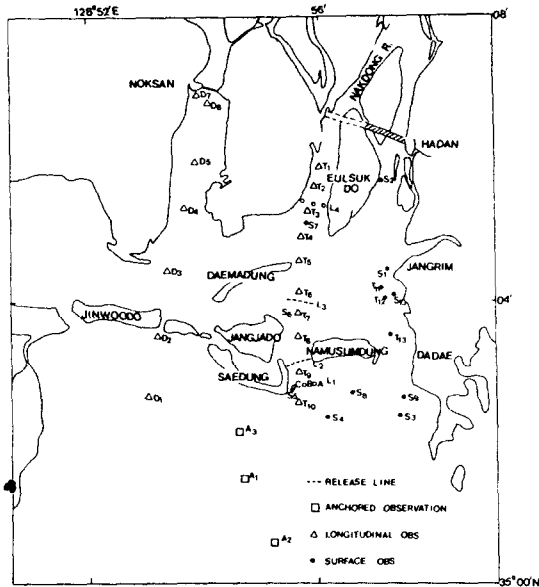


Fig. 1. Showing the observed stations and the release lines for drift bottle experiments in the mouth the of Nakdang river.

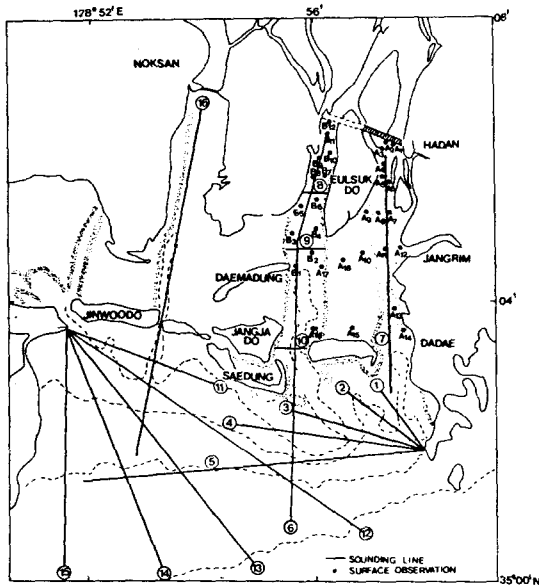


Fig. 2. Showing the observed stations and the submarine topography of the mouth of the Nakdong river.

L_1 線(觀測點 A, B, C) 및 진우도-낙산水路의 觀測點 $D_1 \sim D_7$ 과 西側水路 밖쪽의 L_4 線에서 각각 水層別 潮流 및 鹽分測定 등을 行하였다.

한편 1986年 4月 25日~26日, 10日 3日~5日의 大潮期에는 大型船(300톤급)을 利用하여 海苔主漁場의 南部 3個定點(A_1, A_2, A_3)에서 1日 連續測流 및 鹽分, 水溫의 觀測을 行하였다.

또한 하단-울속도 간의 水門工事完了後의 洛東江의 流速分布를 把握하기 爲하여 1987年 8月 2日~8月 3日의 期間中 Fig. 2에서 나타낸 30개 觀測點에 對한 測流를 行하였다. 調査期間中에는 하단-울속도간의 水門이 열려진 상태였으며, 홍수기가 끝나고 夏季의 正狀流에 가까운 狀態였다. 이때에는 調査水域이 擴大하여 定點 連續測流를 피하고 3隻의 小形船舶을 利用하여 隨時測流를 하였으며, 各 定點에서는 水層別로 測定하였다.

東側水路의 흐름이 거의 静止된 狀態에 있고, 大部分의 水量을 흘려보내고 있는 西側水路에 對한 流動樣相을 調査하기 爲하여 1986年 5月 18日 落潮와 漲潮時의 最強流時間帶에 관측할 當시는 Fig. 1의 L_2 線에서 漂流板 4個와 漂流瓶 80個, L_3 線에서는 漂流板 4個와 漂流瓶 100個를 各各 投入하였다. 實驗에 使用한 漂流板은 40cm×40cm인 2枚의 抵抗板을 直交시켜 結合하고, 上部에는 뜰과 標識旗를, 下部에는 남을 달아서 抵抗板의 中心이 1m 水層에 位置하도록 調整하여 使用하였다. 漂流瓶은 容量 760ml의 것으로서 風壓의 影響을 考慮하여 瓶內部에 마른 모래 約 150g을 넣고 밀폐하였다. 이들을 小形船舶으로 追跡을 해가면서 Sextant, magnetic compass, 그리고 海圖를 利用하여 追跡位置를 精密하게 測定하였다.

結果 및 考察

1. 海底地形

洛東江 河口의 울속도 左右를 흐르는 2개의 水路中 東側水路는 하단-울속도간의 水門工事가 끝난 다음은 水門의 開閉에 따라서 강물의 흐름과 水位가 달라지게 되었고, 西側水路는 水門의 延長線上의 울속도-명호도간이 河口堰 公道工事로 閉鎖狀態에 있어 상류로부터 물의 흐름은 静止되고 東側水路의 강물이 울속도 下端의 浚說水路를 통해 다시 兩分되어 울속도 以南의 兩側水路에 물의 흐름을 形成하고 있다. 이 水域에서는 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 울속도를 中心으로 나무섬등, 대마등, 장자도, 새등 등의 섬들이 散在하고 있고, 이들 섬사이로 많은 干潟地를 形成하

Table 1. The measurement current velocity at each station in 11th April 1986.

Station	Time	position		Velocity (m/sec)
		Longitude	Latitude	
S ₁	11 : 50	35° 04' 30"N	128° 57' 23"E	0
S ₂	12 : 14	35° 05' 43"N	128° 57' 06"E	0
S ₃	12 : 56	35° 02' 25"N	128° 57' 33"E	0.21
S ₄	13 : 17	35° 02' 22"N	128° 56' 18"E	0.36
S ₅	13 : 30	35° 02' 43"N	128° 55' 42"E	1.36
S ₆	13 : 49	35° 03' 51"N	128° 55' 44"E	1.14
S ₇	14 : 22	35° 05' 08"N	128° 55' 50"E	1.41
S ₈	14 : 45	35° 02' 42"N	128° 56' 43"E	0.23
S ₉	15 : 05	35° 02' 42"N	128° 57' 36"E	0.27
S ₁₀	15 : 24	35° 04' 08"N	128° 57' 20"E	0

고 있다. 또한, 녹산-진우도간의水路는 上流에 堵으로 막혀있으나 隨時로 水門을 開어서 堵 右쪽의 水量을 調節하도록 되어 있다. 이水路는 진우도 옆쪽에서 水深 5m의 좁은 谷을 形成하나 全般的으로 5m以淺의 얇은 水路이며 水路 兩側으로 散在하는 많은 採筍場들이 施設되어 있다.

한편 河口의 海苔 主漁場은 水深 2m 以下로서 部分的으로 砂州를 形成하고 있고, 그 남쪽의 바다쪽으로 차츰 깊은 水深을 이루고 있다. 물운말에서 죽도 部近까지 東西方向으로 5m 等深線을 물운말에서 연 대산 部近까지는 10m 等深線을, 그리고 새도에서 동 두말까지는 20m 等深線을 各各 이루고 있으며 묵도 部近에서 67m의 水深에 이른다.

2. 海水流動

東側水路가 막혔던 1986年 4月 11日의 大潮期에 測定點 S₁~S₁₀지점에서 측정한 流速은 Table 1과 같고, 東側水路인 S₁, S₂지점은 流速이 거의 나타나지 않았으며 이 水路의 南部·淺海域에서도 微弱한 흐름이 있었을 뿐이다. 그러나 西側水路에서는 東側水路로 흘러갈 水量이 全部 西側水路쪽으로 흘렀기 때문에 落潮時는 最大 1.4m/sec로 나타났다.

이 西側水路의 河口域인 L₁線에서 1986年 10月 5日 測流한 結果는 Fig. 3에 나타내었으며, Fig. 3에서 落潮時 流速이 빠른 곳에서는 約 1.2m/sec나 되었다. 또한, 울속도 附近의 L₂線에서 1987年 2月 15日~16日, 3月 15日 測定한 結果는 Fig. 4, 5에 나타내었으며, Fig. 4, 5에서 落潮時의 最大流速이 約 1.6m/sec에 이르는 것을 알 수 있다. 이들 各 지점의 水層別

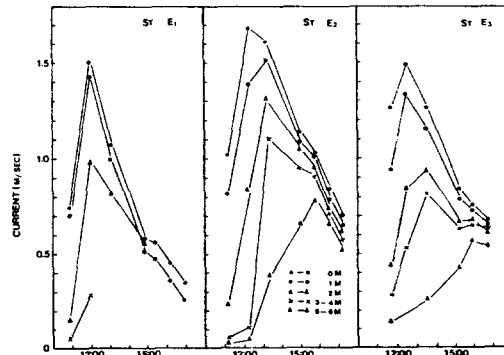


Fig. 4. Variations of the current at line L₂ (February 15, 1987).

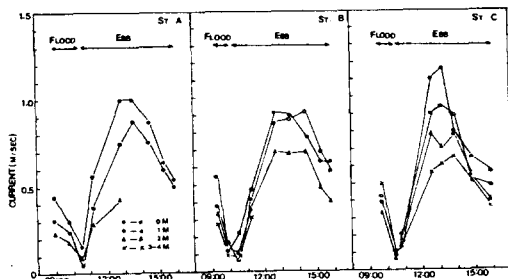


Fig. 3. Variations of the current at line L₁ (October 15, 1986).

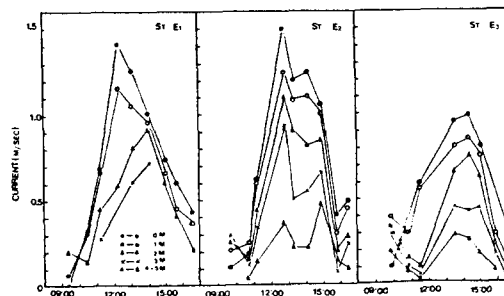


Fig. 5. Variations of the current at line L₂ (March 5, 1987).

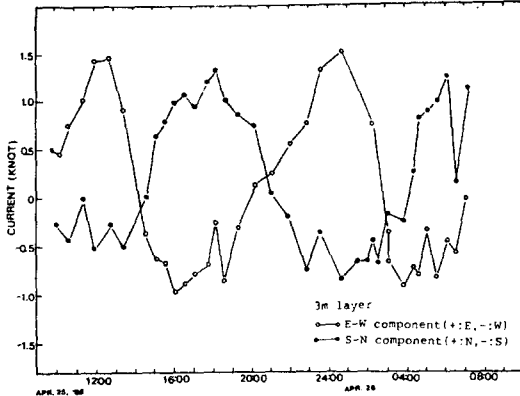


Fig. 6. Current component diagrams at station A₁ (April 25~26, 1986).

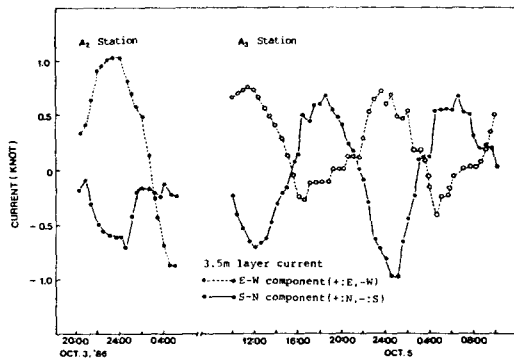


Fig. 7. Current component diagrams at station A₂ and A₃ (October 3~5, 1986).

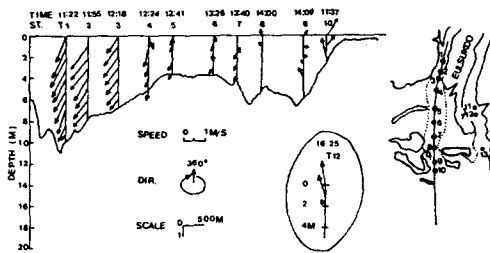


Fig. 8. Vectors of rotary tidal current at the T line (June 18, 1986).

流速은 落潮가 시작되는 初期에 각 水層間의 流速差가 대단히 커서 表層의 流速이 현저히 빠르나 落潮에서 漲潮로 바뀌기 직전부터 이러한 偏差가 줄어들다가 漲潮로 바뀌면서 表層의 流速이 현저하게 느려졌다. 이것은 漲潮時 低層으로부터 壓流되어 올라오는 潮流가 低層에서 빠르게 흐르고 表層에는 下流쪽으로 흐르는 潮流가 부딪혀서 일어나는 現象으로 이

때 淡水와 海水의 攪亂이 현저해 질 것으로 생각된다.

한편 1986年 4月 25日~26日에 海苔養殖漁場 南部에서 1日間連續 測定한 結果는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 河口의 바다쪽에서는 漲潮時 北西流가 탁월하였으며, 最大流速은 1.5kts 정도, 落潮時에는 南東流가 탁월하여 最大流速이 1.4kts 정도로 나타났다. 그리고, 같은 해 10月 3日~5日에는 前期間에 測定한 A₁地點의 바깥쪽인 A₂地點과 안쪽인 A₃地點에서 測流한 結果는 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7의 測流結果에서 보면 A₂, A₃지점의 流速은 A₁에서와 마찬가지로 漲潮流에서는 北西流가 落潮流에서는 南東流가 탁월하나 流速의 세기는 각각 1kt 내외였다.

小潮期인 1986年 6月 18日에 實施한 測流結果는 Fig. 8과 같고, Fig. 8에서 調査海域의 西側水路 上流域인 T₁, T₂, T₃인 測定點에서는 水路方向의 南西流가 탁월하여 最大流速이 1.56m/sec로 나타났다. 이와 같은 현상은 東側水路로 흘러들어갈 물이 水路의 차단으로 西側水路쪽으로 同時에 몰려왔을 뿐만이 아니라 水路幅이 좁기 때문에 강한 流速을 나타내는 것으로 생각된다.

西側水路의 대마등 附近인 T₄, T₅, T₆, T₇의 測定點에서는 水路와 같은 방향으로 강하게 흐르고, 이들 測定點에서는 水深은 낮아지고 있으나 水路幅이 매우 넓어지고 測定時間帶가 차츰 轉流時에 가까워진 만큼 流速은 크게 떨어져 上流域의 약 절반정도 약했다. 河口인 T₉, T₁₀에서는 上下部水層에서 流向이 정반대였고, 轉流로 인하여 漲潮流가 下部水層으로부터 강하게 밀고 들어오는 現象을 나타내었다.

한편 東側水路의 測定點, T₁₂에서는 漲潮流에서도 西側水路와는 반대로 外洋水의 低層流入現象이 일어나지 않고, 表層에서는 約 1m/sec의 강한 밀물이 존재하나 底層은 전혀 流速이 없으므로, 上流域의 차단으로 一定水層 이하에서는 전혀 海水交換이 일어나지 않을 가능성이 있는 것으로 보인다.

1986年 4月 25日~26日에 測流와 同時에 실시한 鹽分과 水溫의 測定結果는 Fig. 9, Fig. 10과 같다. Fig. 9에서 水層別 鹽分은 全層이 거의 일정하게 나타나고, 時間別 變動은 水層이 깊어짐에 따라서 약간씩 增加하였다. 그러나 落潮時는 약간 不規則의 이기는하나 이것은 落潮時의 淡水流入으로 인한 混合作用이라 생각된다. 그런데 水層別 水溫分布에서 보면 0m水層과 5m水層에서는 晝間과 夜間에 각각 한번씩 極大値를 보이고 있다. 夜間의 極大値는 落潮流에 의한 高溫의 淡水流入에 따른 現象으로 判斷되며, 晝間은 氣溫上昇과 落潮流에 의한 淡水流入 때문이라 생

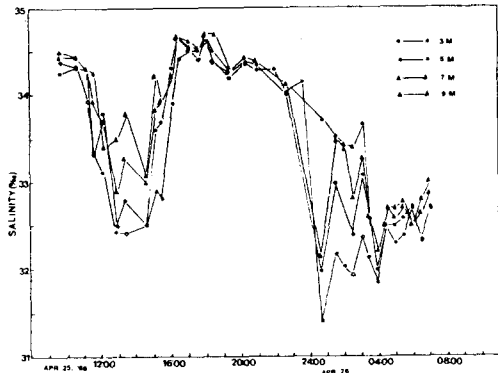


Fig. 9. Variations of water salinities at station A₁ (April 25, and 26, 1986).

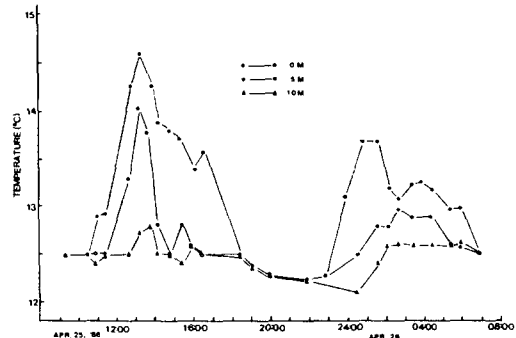


Fig. 10. Variations of water temperatures at station A₁ (April 25 26, 1986).

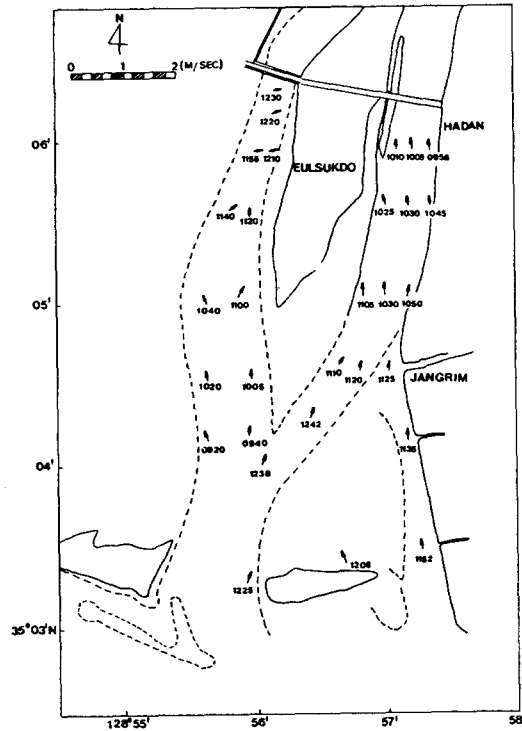


Fig. 11. Distributions of tidal current in the Nakdong river (August 2, 1987).

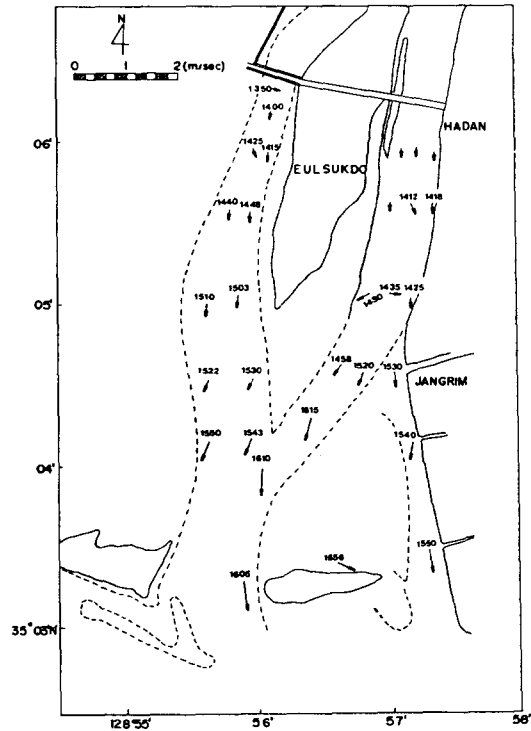


Fig. 12. Distributions of tidal current in the Nakdong river (August 2, 1987).

가된다.

東測水路의 水門工事が 끝난 후인 1987年 8月 2日 漲潮時와 落潮時의 각 觀測點別, 時間別 平均流速과 流向은 Fig.11, 12에 나타내었다. Fig.11, 12에서와 같이 이 海域에 있어서의 물의 흐름은 東測水路에서

약간 세게 나타날 정도이고, 西測水路에서도 潮汐으로 인한 流動이 나타나고 있으며, 落潮時는 특히 流速도 下端의 浚設水路에서 보다 强하게 나타나고 있다. 이러한 點에서 볼 때 落潮時는 水門을 通過한 上 流水가 浚設水路를 통하여 西測으로 많이 흘러나가며

要 約

漲潮時에는 兩側水路에 거의 같거나 東側水路가 약간 강한 壓流現象을 일으키는 것으로 보인다. 그러나, 現在의 海底地形이 浚設 또는 埋立으로 不規則한 凹凸이 많으므로 이러한 現象의 追移는 時間의 經過와 함께 別도의 檢討가 必要할 것으로 본다.

1986年 6月 18日 海苔主漁場 附近에서 실시한 漂流實驗結果는 Fig. 13에 나타내었다. Fig. 13에서 落潮 最強流時 대마등과 장자도의 中間地點에서 投入한 漂流板과 漂流瓶은 나무섬등 附近까지는 水路中央으로 점차 몰려들었으나, 그 아래 쪽에서는 分散되어 흘러갔다. 漂流板의 最大漂流速度는 1.5m/sec, 漂流瓶의 最大漂流速度는 1.22m/sec로서 漂流瓶이 약 2할정도 빠른 速度로 移動하였다. 나무섬등 附近에서 일단 수렴한 후 다시 分散된 漂流瓶은 東, 西 兩側으로 2:3의 比率로 配分되어 漂流하여 바다쪽으로 흘러들었다.

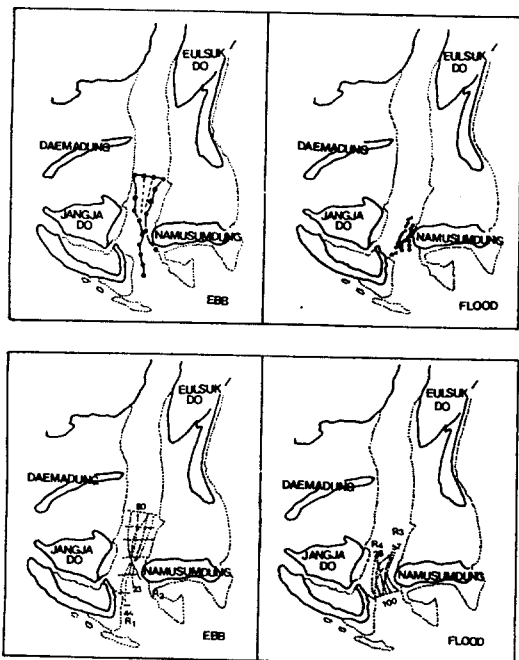


Fig.13. Current trajetories by drift bottle and drogue experiments in Nakdong river.

漲潮最強流時 나무섬등과 새등을 연결하는 河口에서 投入한 漂流板과 漂流瓶은 河口의 淺海域을 지나면서 약간 東側으로 밀리면서 올라갔다. 漂流板의 最大漂流速度는 0.5m/sec, 漂流瓶의 最大漂流速度는 0.65m/sec였다. 落潮流와는 달리 漲潮流는 漂流瓶이 水路의 東側으로 많이 밀렸고, 東西의 分布比가 약 3:2였다.

洛東江河口의 物理的 海況調査를 1986年 4月, 6月, 10月과 1987年 2月, 3月, 8月, 6회에 걸쳐 실시하고, 그 資料를 分析, 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 音響測深에 의해 調査된 海底地形은 浚設 또는 埋立으로 因해 不規則인 凹凸이 생겼다.
2. 1986年에 관측한 結果에 의하면 東側水路에는 水流가 거의 없고, 西側水路에 大部分의 流量이 흘렀기 때문에 落潮時의 最大速度는 1.5kt 정도였다.
3. 1987年 8월에 측정한 結果에 의하면 河口域에서 의 흐름은 東側水路에서 약간 세게 나타날 정도였으나 西側水路에는 潮汐때문에 약한 流動이 나타났다.

參考文獻

1. Ko Kwan-Soh and Kyu Hwan Cho (1962) : Current condition of Pusan harbor. Bull. Pusan Fish. Coll. 4 (1, 2), 14-58.
2. Chang Jeewon, Shiyohl Park and Doo-Ok Soh (1971) : Some physical oceanographic survey in the sea off Kori. Bull. Kor. Fish. Tech. Soc. 7 (1), 1-8.
3. Chang Jeewon, Young Ho Han, Gab Dong Yoon, Yong Lim Yang, Chun Duck Kim (1974) : Some physical oceanographic research on Kwang Yang bay. Bull. Kor. Fish. Tech. Soc. 10 (1), 1-18.
4. Yoon Gab Dong (1976) : The circulation in Kwang Yang bay. Bull. Kor. Fish. Tech. Soc. 12 (1), 19-24.
5. Chang, S.D. (1971) : Oceanographic studies in Chinju bay. Bull. Pusan Fish. Coll. 12 (2), 73-80.
6. Huh, O. (1982) : Satellite observations and the annual cycle of surface circulation in the Yellow sea, East China Sea and Korea Strait. La mer. 20, 210-222.
7. Pearson, C.E. and D.F. Winter (1977) : On the calculation of tidal currents in homogeneous estuaries (1). J. Phys. Oceanogr. 7 (4), 520-531.
8. Bjorn, K. and J.E. Greer (1978) : Hydrography of the Santee river during moderate discharge conditions. I. Estuaries 1(2), 111-119.