

東海의 潮汐數值模型 A Tidal Model of the East Sea

崔秉昊* · 李昊俊*

Byung Ho Choi* and Ho Jun Lee*

要 旨 : 起潮力項이 包含된 2次元 潮汐模型을 使用하여, 東海에서의 主四個分潮(M_2 , S_2 , K_1 , O_1)에 對해 算定된 潮汐圖가 提示되었다. 模型의 結果에서 起潮力項의 包含은 半日週潮의 無潮點位置에는 影響을 주고 있으나 全般的으로 計算結果는 沿岸觀測值와 比較하여 近似한 값을 보였으며 또한 이 海域에서의 既存의 經驗的인 潮汐圖와 比較하여 類似한 結果를 나타냈다.

Abstract □ With the use of the two-dimensional tidal model including the tide generating potential term, tidal charts of four major tidal constituents (M_2 , S_2 , K_1 , O_1) are presented in the East Sea (Japan Sea). Model results showed that the inclusion of tide generating force does influence the position of semi-diurnal amphidromes in the Korean east coast but computed results are generally in good agreements with coastal observations and also empirically drawn existing charts of this region.

1. 緒 論

東海는 大韓海峽(Korea Strait), 津輕海峽(Tsugaru Strait), 宗谷海峽(Soya Strait), 間宮海峽(Mamiya Strait)의 4개의 좁은 海峽으로 우리나라 南海(東中國海의 北東海域), 太平洋, Okhotsk 海와 연결되나, 海峽部의 幅과 水深이 작아 基本的으로 閉鎖된 形態의 바다이다(Fig. 1). 이 海域에서의 潮汐學動을 提示하는 經驗的인 潮汐圖가 Ogura(1933)와 Nishida(1980)에 의해 提示되었는데 이 潮汐圖는 沿岸觀測值를 土臺로 經驗的으로 作成된 것이다. Ogura가 제시한 潮汐圖는 M_2 , K_1 分潮에 對한 等潮時圖와 半日週潮($M_2 + S_2$)와 日週潮($K_1 + O_1$)에 對한 等潮差圖를 提示한 것에 비해, Nishida의 潮汐圖는 追加로 S_2 分潮와 O_1 分潮를 분리시켜 독립적인 4개 分潮(M_2 , S_2 , K_1 , O_1)의 潮汐圖를 提示하였는데 半日週潮의 無潮點의 位置는 Ogura(1933)와 Nishida(1980)의 潮汐圖가 類似하게 大韓海峽의 北東側과 사하린의 西側海峽에 각각 位置한다. 日週潮의 無潮點은 두 潮汐圖 모두 大韓海峽의 對馬島 北東側과 宗谷海峽 東海側 入口에 나타나지만,

Ogura의 潮汐圖의 境遇 對馬島 北東側의 無潮點은 釜山에 더 接近하여 나타나고, Nishida의 潮汐圖에는 提示되지 않는 津輕海峽에서의 追加的인 無潮點이 나타났다. 1984년과 1985년에 日本海洋資料센터(JODC)에 의해 提示된 M_2 分潮와 K_1 分潮의 潮汐圖에서는 大韓海峽에서의 K_1 分潮의 無潮點의 位置가 釜山근처로 大폭 移動되어 있으며 津輕海峽에서도 追加的인 無潮點이 提示된다. 津輕海峽에서의 K_1 分潮의 無潮點은 方石과 萩原(1987)에 의한 局部的인 潮汐數值模型에서도 確認된 바 있다. 姜과 崔(1987)는 潮汐方程式에 근거한 客觀的인 方法(objective interpolation method)으로 東海의 半日週潮인 M_2 分潮에 對한 潮汐圖를 발표하였다. 近年에 Odamaki(1989)는 Proudman과 Doodson의 方法(1924)을 이용하여 大韓海峽에서의 資料를 再編輯하여 우리나라 南海岸과 大韓海峽에서의 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 分潮의 改善된 等潮汐圖를 提示하였는데 이 海域의 가장 信賴性 있는 潮汐圖로 思料된다. 近年에 Kang 等(1993)은 大韓海峽의 無潮點位置確認을 위한 現場觀測과 數值模型實驗을 遂行한 바 있다. 本 研究에서는 動的原理에 立

*成均館大學校 工科大學 土木工學科 (Department of Civil Engineering, Sung Kyun Kwan University, Suwon Science Campus, Suwon, Korea)

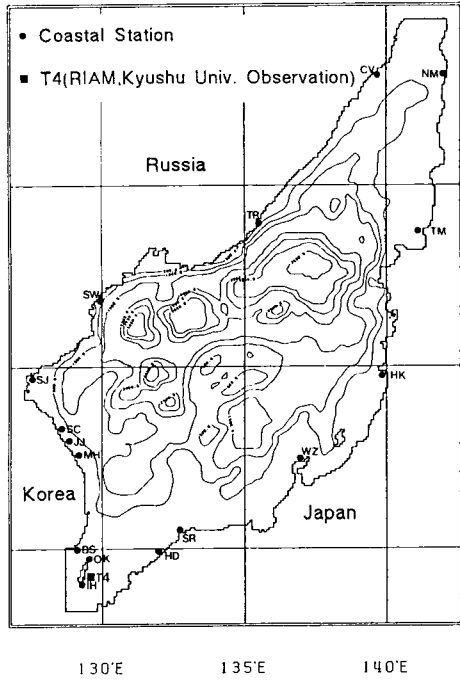


Fig. 1. 東海의 等水深線 및 沿岸潮位觀測點

脚한 東海의 2次元 潮汐模型을 樹立하여 우선 4개 分潮에 대한 獨立的인 潮汐體系를 再現하고 既存의 經驗的潮汐圖의 結果와 比較하였다.

2. 東海의 潮汐模型

地球의 曲率 및 緯度에 따른 偏向力을 考慮하고 非線形移流項과 自乘型摩擦項 및 起潮力項을 包含한 潮汐方程式을 球面座標系上에 樹立되었는데 그 形態는 下記와 같다.

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \phi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \chi} (HU) + \frac{\partial}{\partial \phi} (HV \cos \phi) \right\} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} - 2\omega \sin \phi V + \frac{U}{R \cos \phi} \frac{\partial U}{\partial \chi} \\ + \frac{V}{R \cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} (U \cos \phi) = \frac{-g}{R \cos \phi} \\ - \frac{\partial(\xi - (1+k-h)\xi_0)}{\partial \chi} - \frac{k_b U(U^2 + V^2)^{1/2}}{d} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + 2\omega \sin \phi U + \frac{U}{R \cos \phi} \frac{\partial V}{\partial \chi} + \frac{V}{R} \frac{\partial V}{\partial \phi} = \frac{-g}{R}$$

$$\frac{\partial(\xi - (1+k-h)\xi_0)}{\partial \phi} - \frac{k_b V(U^2 + V^2)^{1/2}}{d} \quad (3)$$

- t : 時間
- χ, ϕ : 東經 및 北緯
- ξ : 静止海面上에 대한 水位
- H : 静止海面下의 水深
- d = H + ξ : 總水深
- R : 地球의 曲率半徑
- ω : 地球回轉의 角速度
- g : 重力加速度
- k_b : 海底摩擦係數
- U', V' : 静止海面下 水深 z에서의 χ, ϕ 方向의 流速成分이며, 水深平均된 流速은 下記와 같다.

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{H + \xi} \int_H^\xi U'(z) dz \\ V &= \frac{1}{H + \xi} \int_{-H}^\xi V'(z) dz \end{aligned} \quad (4)$$

(1+k-h) ξ_0 는 起潮力項으로 이에 대한 설명은 다음과 같다. ξ_0 는 平衡潮汐(equilibrium tide)으로서 半日週潮과 日週潮의 경우 각각 다음 식에 따라 주어진다 (Schwiderski, 1979, 1981a, 1981b, 1981c).

半日週潮 : $\xi_0 = K \cdot \cos^2 \phi \cos(\sigma t + 2\chi)$

日週潮 : $\xi_0 = K \cdot \sin 2\phi \cos(\sigma t + \chi)$

이때 ϕ 는 緯度, χ 는 東經을 나타내고 각 分潮에 대한 振幅(K)과 角速度(σ)는 다음과 같다.

| Tidal mode | K(m) | $\sigma(10^{-4}/\text{sec})$ |
|----------------|----------|------------------------------|
| M ₂ | 0.242334 | 1.40519 |
| S ₂ | 0.112841 | 1.45444 |
| K ₁ | 0.141565 | 0.72921 |
| O ₁ | 0.100574 | 0.67598 |

地球는 作用한 外力에 대해 彈性的인 反應을 나타낸다. 平衡潮汐(equilibrium tide)에 대한 地球의 彈性的 反應으로 주어진 ξ_0 는 h· ξ_0 의 크기로 減少한다 (h는 彈性係數). 이 때 일어나는 質量的 再配置는 重力포텐셜을 增加시켜 이를 다시 k· ξ_0 만큼 上昇시킨다 (k는 彈性係數). 이 둘의 組合에 의해 equilibrium level은 固體地球上에 (1+k-h) ξ_0 의 높이로 나타난다. 이 때 係數(1+k-h)를 Love number로 칭하는데,

$k=0.30$, $h=0.61$ 을 사용하고 檢潮機에서 觀測되는 潮位는 0.69%의 크기로서 平衡潮汐(equilibrium tide)보다 낮게 나타난다.

上記式 (1)~(3)의 有限差分形의 東海의 潮汐에 의한 海面變化를 研究하기 위해 數值的으로 풀이되었는데 詳細한 有限差分式은 이미 紹介되어 있으므로 여기서는 省略한다(崔, 1980). 非線形 移流項은 'angled derivative' 方法(Robert and Weiss, 1967)을 採擇하여 處理하였다. 球面座標係數值模型의 格子解傷度는 經度上 $1/12^\circ$, 緯度上 $1/15^\circ$ 로서 약 8km에 該當하는데 東海의 全體的인 潮汐樣相을 研究하기 위한 基本模型으로 適合한 解傷度を 갖는다고 사료된다. 每格子의 中心에는 靜水面(平均海面)下 水深이 定義되며 JODC 水深資料로부터 水深을 入力하였다. CFL 安定條件이 安定된 計算을 위한 指針으로 利用되어 採擇된 Δt 는 M_2 模型의 경우 20.7秒, S_2 模型의 경우 20秒, K_1 模型의 경우 19.95秒, O_1 模型의 경우 21.5秒로서 1潮汐週期當 半日週潮에 대하여 2160개, 日週潮에 대하여 4320개의 timestep을 形成하였다. 海底摩擦係數 k_b 는 一定한 값으로 0.0025를 취하였다.

模型에 의한 ξ , U, V의 算定은 $t=0$ 일 때 $U=V=0$ 인 初期靜止狀態로부터 出發하였다.

3. 模型의 算定結果 및 討議

東海의 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 分潮에 대한 潮汐模型을 樹立하여 各各의 獨立分潮에 대한 潮汐圖를 作成하였다. 入力으로 使用된 開放境界에서의 潮汐은 既存의 潮汐圖(Nishida, 1980) 및 沿岸관측결과로부터 취하였다. 全體面積에 비하여 開放境界의 크기가 작은 東海의 地形的인 與件에 따라, 東海의 潮汐現象을 開放境界條件의 附與에 局限시키지 않고, 海面에 직접 작용하는 起潮力을 역시 考慮하여 두 結果를 比較하였다. 이 때 開放境界에서 入力으로 使用된 潮汐은 東海外部로부터 傳播된 外洋에서의 潮汐과 같이 振動하는 潮汐이며, 起潮力에 의한 潮汐은 東海에서의 固有潮汐이다. 既存의 潮汐圖와 模型結果에 의한 潮汐圖를 比較하기에 앞서, 東海의 潮汐現像을 나타내는 既存의 潮汐圖에 대한 概略的인 설명은 다음과 같다.

Nishida(1980)의 潮汐圖(Fig. 2)는 M_2 , S_2 , K_1 , O_1

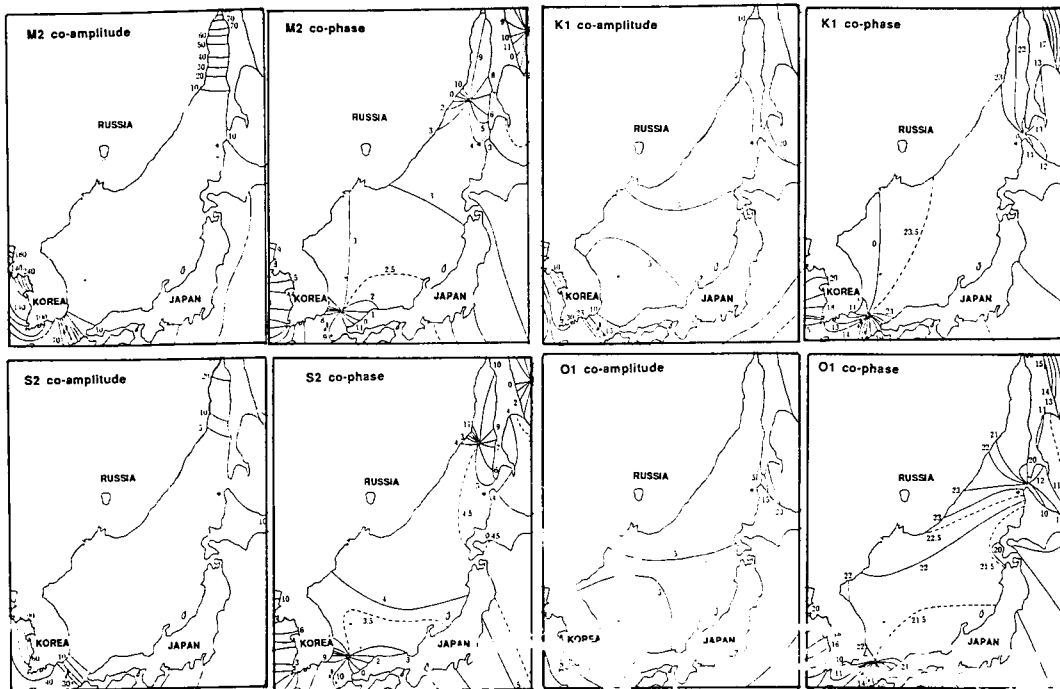


Fig. 2. 日本 水路部の M_2 , S_2 , K_1 , O_1 分潮의 潮汐圖(Nishida, 1980).

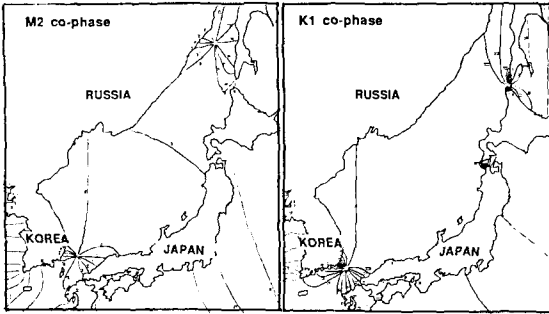


Fig. 3. 日本 水路部の M₂, K₁ 分潮의 等潮時圖(Ogura, 1933).

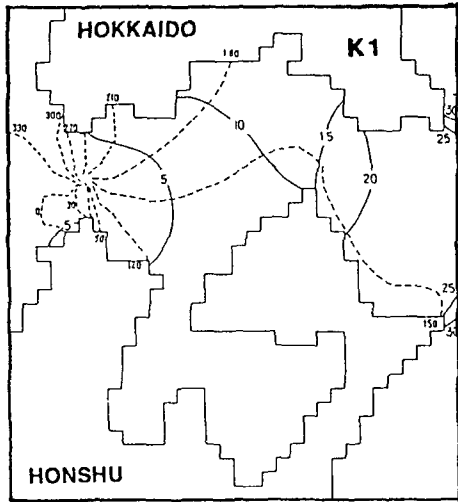


Fig. 4. 津輕海峽의 K₁ 分潮의 等潮時圖(力石과 萩原, 1986).

分潮에 대한 等潮時圖와 等潮差圖를 東海全域에 대해 提示하였다. 等潮差圖에서의 振幅은 大韓海峽 및 間宮海峽에서 크게 나타나 M₂ 分潮의 겨우 약 80 cm의 振幅을 나타내지만 東海 中部에서는 潮汐의 影響이 5 cm 미만으로 나타나고 있다. 等潮時圖에서의 無潮點은 半日週潮의 겨우 大韓海峽의 對馬島 北東側 및 間宮海峽의 사하린 西側에 M₂, S₂ 分潮 모두 類似한 位置에서 共通되게 나타나고 있다. 日週潮의 경우는 大韓海峽의 對馬島 北東側에 더욱 接近하여 나타나고, 宗谷海峽의 東海側入口에도 K₁, O₁ 分潮의 無潮點이 共通되게 提示되고 있다.

Oura(1933)는 M₂ 分潮와 K₁ 分潮에 대한 等潮時圖와 半日週潮(M₂ 分潮와 S₂ 分潮의 和) 및 日週潮(K₁ 分潮와 O₁ 分潮의 和)에 대한 等潮差圖를 提示하였는데 M₂ 分潮와 K₁ 分潮에 대한 等潮時圖는 Fig. 3과

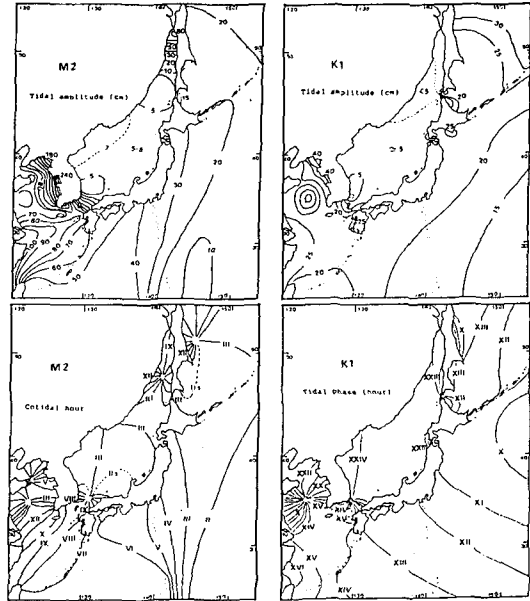


Fig. 5. M₂, K₁ 分潮의 潮汐圖(JODC, 1984, 1985).

같다.

Oura의 等潮時圖는 Nishda의 等潮時圖와 同一한데 다만 K₁ 分潮의 경우 津輕海峽에 또다른 無潮點이 나타나고 있다. K₁ 分潮의 津輕海峽에서의 無潮點은 Fig. 4에 제시된 力石과 萩原(1986)의 潮汐圖에 상세히 나타난다.

JODC(1984, 1985)의 潮汐圖(Fig. 5)는 M₂ 分潮와 K₁ 分潮에 대한 等潮時圖, 等潮差圖를 提示하였는데 K₁ 無潮點이 釜山 附近으로 대폭 移動되었고, 津輕海峽에도 無潮點이 나타나고 있다.

Odamaki(1989)는 大韓海峽에서의 M₂, S₂, K₁, O₁ 分潮들에 대한 等潮時圖와 等潮差圖를 韓國南海岸 및 日本 九州海域(126°10'E~131°30'E, 32°10'N~35°N 'N)에 대해 상세히 提示하였다(Fig. 6). 等潮差圖에 있어서는 上記의 潮汐圖와 類似하지만 等潮時圖의 경우는 다소간의 變化가 보인다. S₂ 分潮의 경우 無潮點은 上記의 潮汐圖와 比較하여 韓國南海岸으로 다소 이동되어 나타나고, K₁ 分潮의 無潮點은 釜山에 接近하여 나타나며, 이보다 西南側에 O₁ 分潮의 無潮點이 나타나고 있다.

Fang(1986)의 潮汐數值模型에 의거한 中國近海에서의 M₂ 分潮와 K₁ 分潮의 潮汐圖(Fig. 7)에서도 M₂ 分潮의 無潮點은 對馬島 北東側에 위치하고, K₁ 分

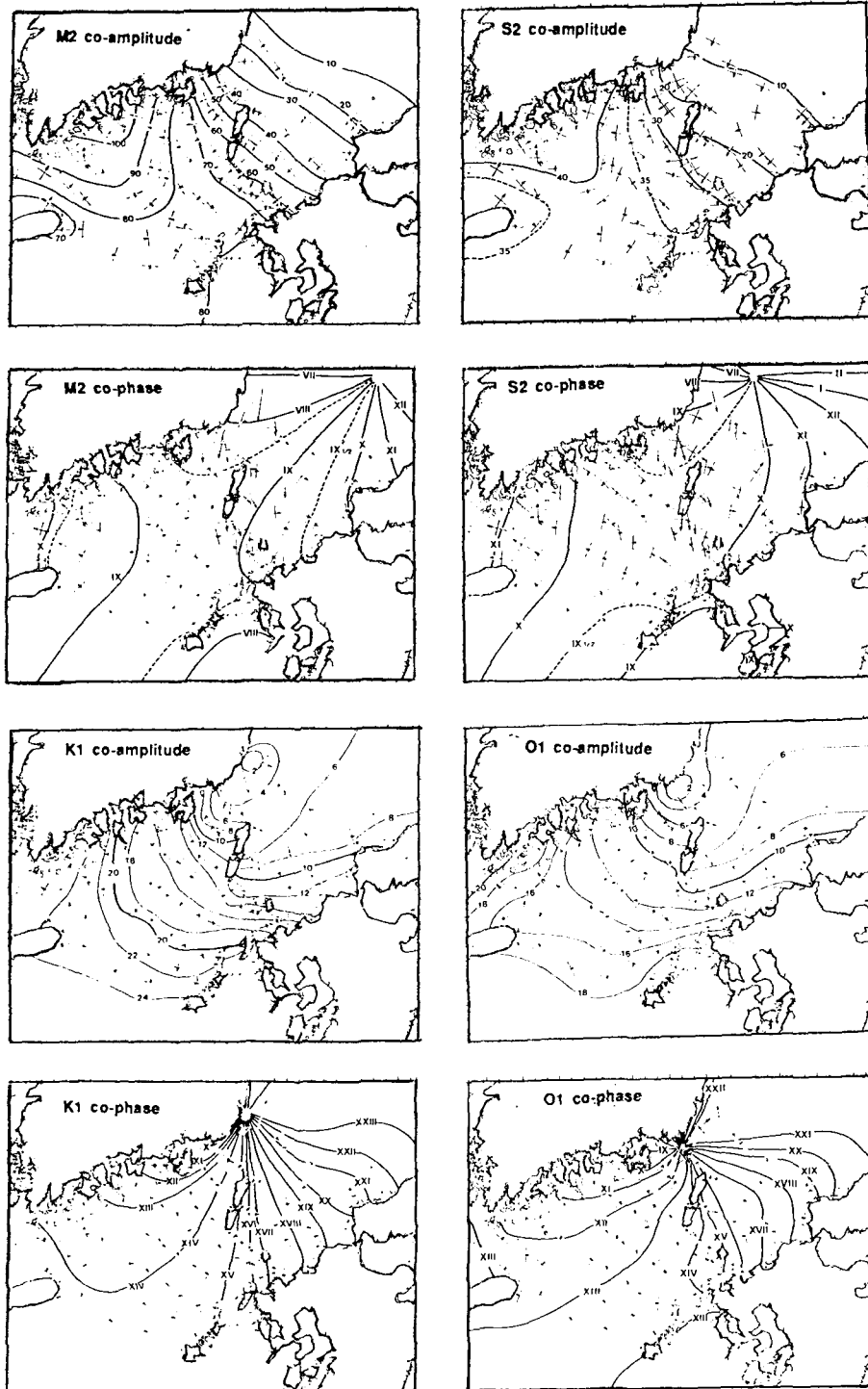


Fig. 6. 大韓海峽의 M₂, S₂, K₁, O₁ 分潮의 潮汐圖(Odamaki, 1989).

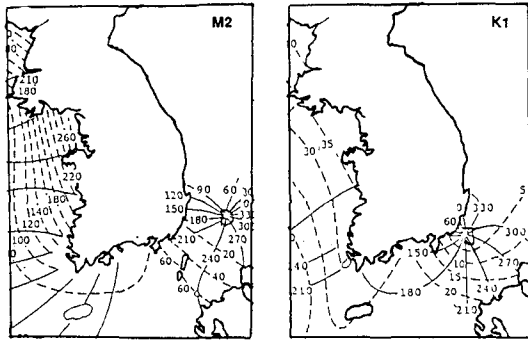


Fig. 7. 大韓海峽의 M_2 , K_1 分潮의 潮汐圖(Fang, 1986).

潮의 경우는 釜山에 接近하여 나타나고 있다.

本研究의 潮汐數值模型에 의해 算定된 M_2 分潮의 潮汐圖가 Fig. 8(a)와 Fig. 9(a)에 제시되었다. Fig. 8(a)는 起潮力의 影響을 무시하고 開放境界에서의 潮汐入力에 의해 算定된 潮汐圖(以下 case 1으로 表記함)로서 等潮差圖의 형태는 既存의 潮汐圖(Nishida, Ogura, JODC)와 동일하다. 無潮點 역시 두개가 나타나고 있는데 間宮海峽에서의 無潮點의 위치는 기존의 潮汐圖와 같지만 大韓海峽에서의 無潮點은 北側으로 대폭 이동되었다. Fig. 9(a)는 M_2 分潮의 開放境界의 潮汐 및 起潮力의 影響을 同時에 考慮하여 算定된 潮汐圖(以上 case 2로 表記함)로서 等潮差圖는 case 1과 비교할 때 類似하지만 無潮點의 위치는 두점 모두 西側으로 이동하였는데 間宮海峽에서의 無潮點은 사하린 沿岸에 沿해서 나타나고 있다. Fig. 8(b),(c),(d)~Fig. 9(b),(c),(d)에는 潮汐數值模型에 의해 算定된 S_2 , K_1 , O_1 分潮들의 潮汐圖를 case 1과 case 2에 대해 各各 提示하였다. S_2 分潮도 M_2 分潮와 마찬가지로 case 1의 경우에 있어서 間宮海峽에서의 無潮點의 위치는 기존의 潮汐圖와 같지만, 大韓海峽에서의 無潮點은 東北側으로 이동되었다. case 2에서도 M_2 分潮와 같은 無潮點의 이동이 이루어졌지만 大韓海峽에서의 無潮點은 韓國沿岸으로 대폭 이동되어 나타났다. K_1 分潮의 경우 大韓海峽에서의 無潮點은 釜山附近에 沿하여 Odamaki의 潮汐圖와 유사하였고, Nishida의 等潮時圖에서의 宗谷海峽에서의 無潮點에 더불어 津輕海峽에도 追加的인 無潮點이 나타나 JODC의 潮汐圖 및 Ogura의 潮汐圖와 같은 形態를 보이고 있다. O_1 分潮의 潮汐圖에서도 case 1, case 2 모두 大韓海峽에서의 無潮點은 釜山附近에 沿하여

나타났고, 宗谷, 津輕海峽에도 無潮點이 나타났다. 위의 結果에서 起潮力의 影響은 전체적인 潮汐圖의 半日週潮 無潮點體系에는 影響을 주며 既存의 潮汐圖와는 定性的인 일치를 나타냈다. 本模型의 結果와 비교하여 東海의 潮汐에 관한 과거의 數值實驗中 Odamaki(1989)는 co-oscillation tide로서의 潮流觀測值로부터 추정된 各海峽에서의 體積流量과, independent tide로서의 東海의 起潮力에 의한 獨立潮汐을 入力으로 東海의 潮汐現像을 一次元 潮汐數值模型을 사용하여 算定하였다. 이 結果 半日週潮의 경우 大韓海峽에서의 co-oscillating tide의 影響은 間宮海峽의 南側部를 제외한 東海 全領域에서 優勢하게 나타났고, 宗谷, 津輕海峽의 co-oscillating tide의 影響은 없어 쪼다. 間宮海峽의 南側部에서의 半日週潮에 대한 independent tide의 影響은 大韓海峽에서의 co-oscillating tide의 크기와 같았다. 日週潮의 경우 independent tide의 影響은 東海全域에서 無視되었고, 大韓海峽에서의 co-oscillating tide의 影響이 가장 컸으며, 宗谷, 津輕海峽에서의 co-oscillating tide의 影響은 나타나지 않았다. 本研究의 結果에서도 4개 分潮에 대한 起潮力의 影響은 큰 變化를 誘發시키지 않았고 co-oscillating tide가 優勢하게 나타나 Odamaki의 數值實驗 結果와 類似하게 나타났다. 反面에 Kang 등 (1991)은 韓半島 周邊의 東海와 西海 및 東中國海를 包含하는 海域에 대한 2次元 潮汐模型을 樹立하여 M_2 分潮에 대한 潮汐圖를 作成하였는데, 그의 結果에서는 起潮力의 影響이 東海에서의 潮汐現像을 支配하는 要因으로 提示되었다. 즉, M_2 分潮에 대한 潮汐數值模型에서 起潮力의 影響이 無視될 境遇 大韓海峽에서의 無潮點은 北側으로 大幅 移動되어 韓國 東海岸에 沿해서 나타났다, 間宮海峽의 無潮點은 나타나지 않았지만, 起潮力의 影響이 考慮되었을 境遇는 大韓海峽의 無潮點은 南側으로 移動되었고, 間宮海峽에서의 無潮點도 再現되었다.

模型算定結果와 沿岸觀測值와의 定量的인 比較를 위해 Fig. 1에 提示한 韓國, 日本 및 러시아沿岸에서의 16個所의 沿岸觀測值를 選定하여 case 1과 case 2의 境遇에 있어서 振幅과 位相에 대한 比較를 Fig. 10에 提示하였다. 이 그림에서 觀測值와 計算值 사이에 발생하는 誤差는 4개 分潮의 case 1과 case 2의 경우에 있어 起潮力의 影響이 고려될 경우 沿岸 觀測值에 다소 근사한 結果를 보이거나 半日週潮(M_2 , S_2)의 無潮

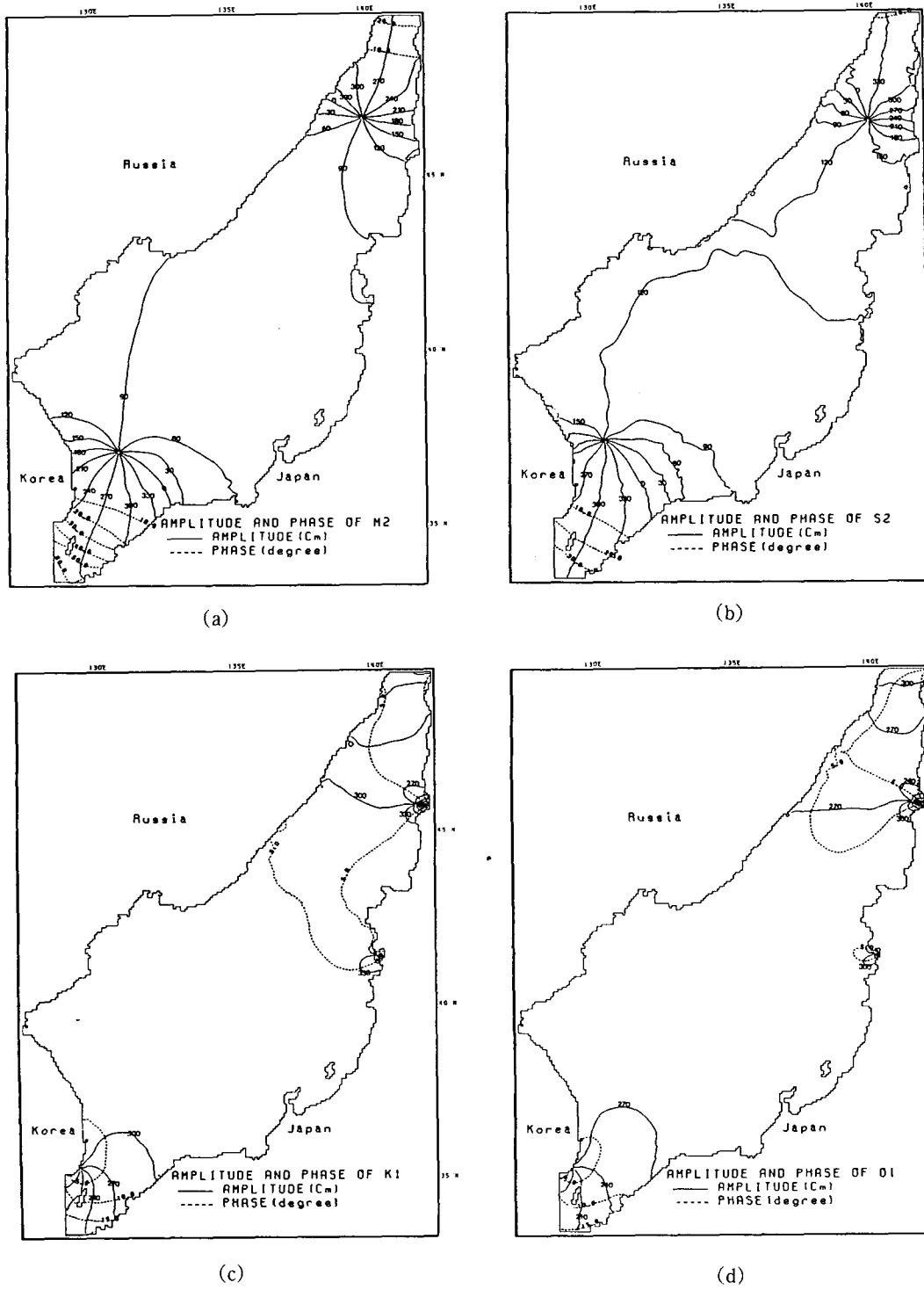


Fig. 8. 算定된 等潮汐圖(起潮力項除外)

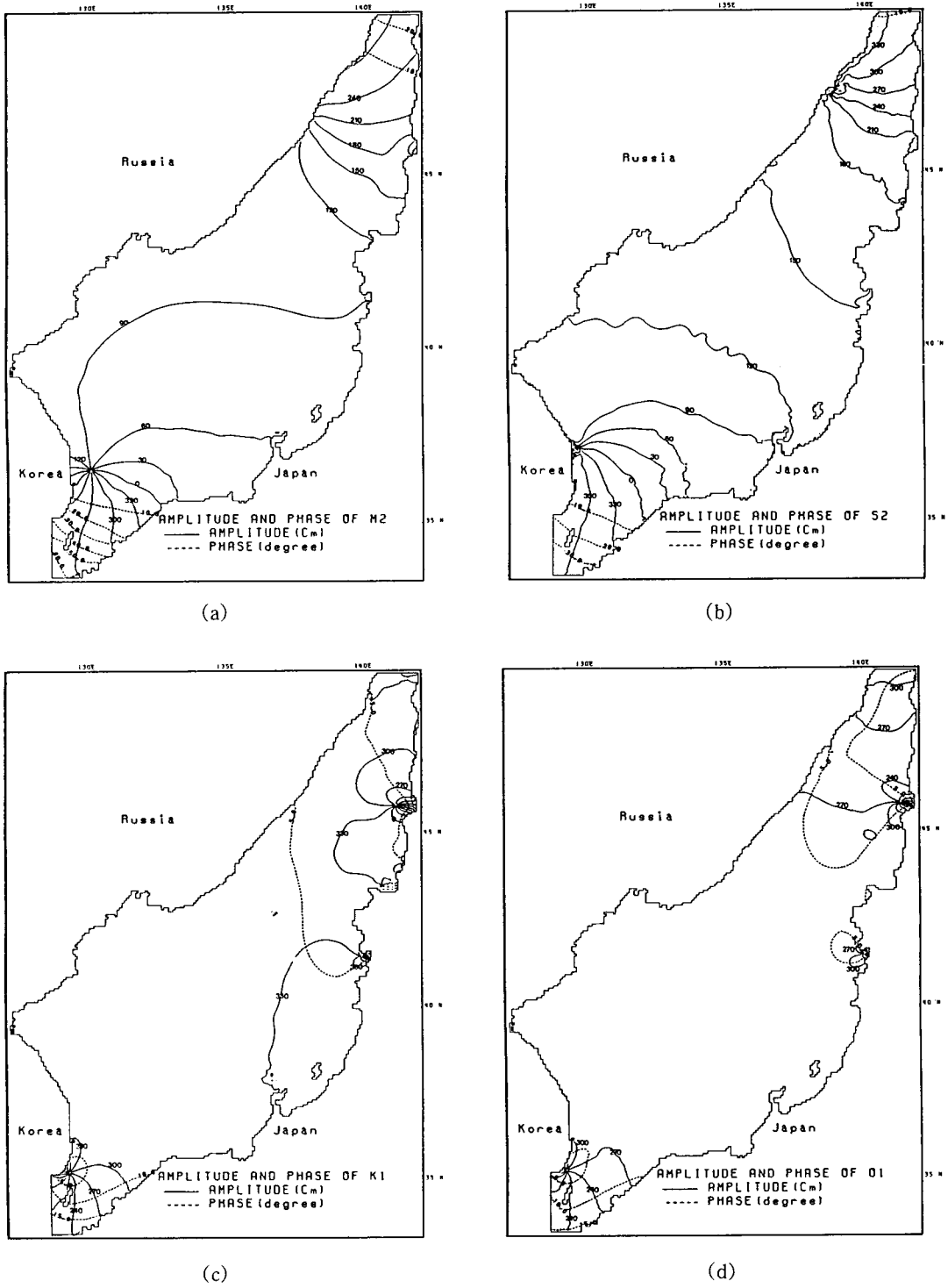


Fig. 9. 算定된 等潮汐圖(起潮力項包含)

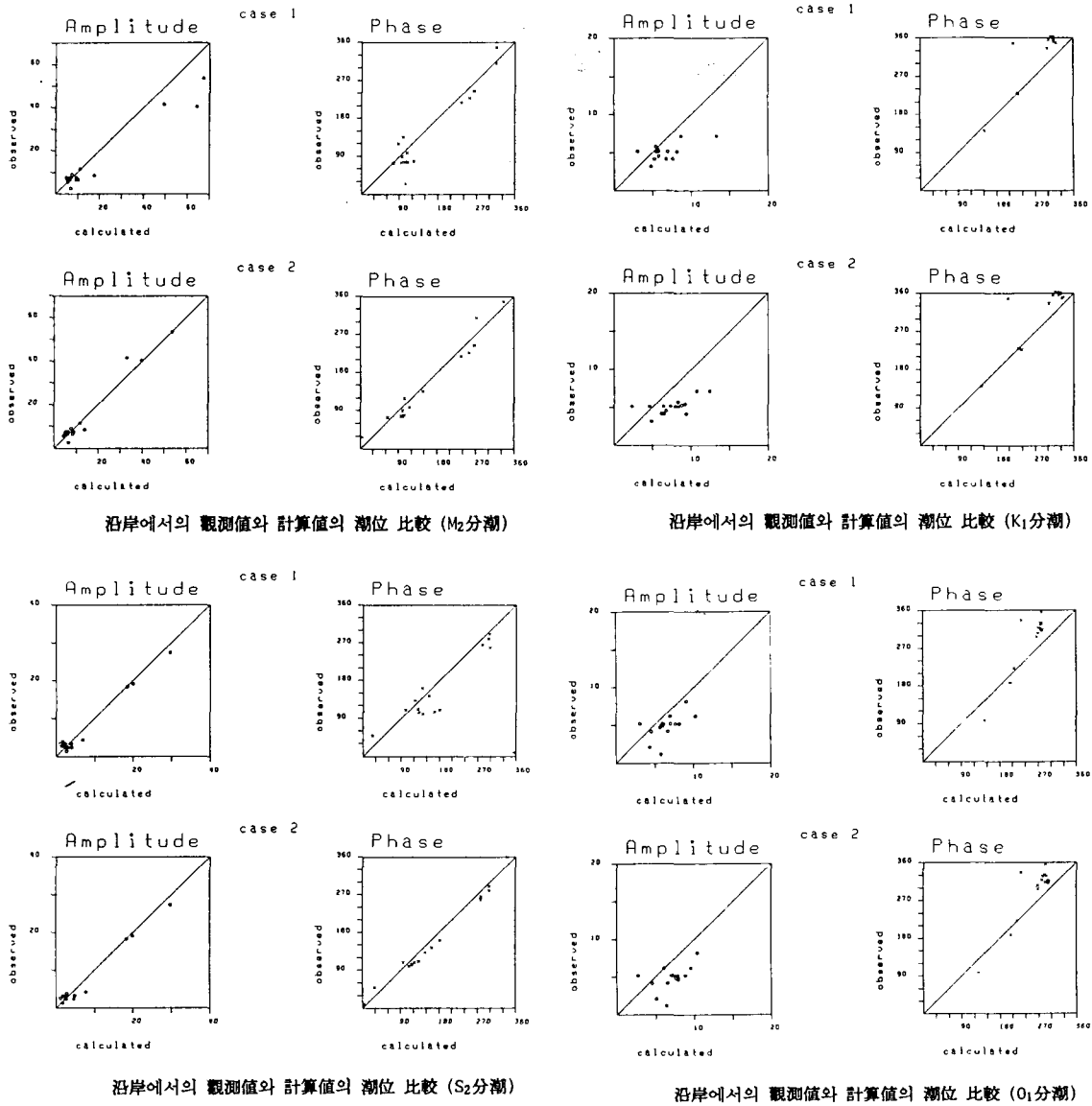


Fig. 10. Comparison between observed and computed tidal constants for M_2 , S_2 , K_1 and O_1 tides.

點位置는 現在 추정되는 位置에서 상당히 이동된 형태로 산정된다.

Fig. 11, 12에는 模型域內의 潮流速이 相對적으로 큰 大韓海峽에서의 潮流橢圓圖를 제시하였다. 潮流橢圓圖는 橢圓의 半長軸으로서 각각 最大·最小流速에 대한 潮流의 傳播方向 및 크기를 나타내고 화살표로서 0시로부터의 回轉方向을 表示해준다. 大韓海峽에서의 全體的인 潮流橢圓의 形態는 東北-南西向의 往復性 潮流形態를 나타내고 있다. 潮流橢圓의 크기는 M_2

分潮가 가장 優勢하게 나타났고 S_2 分潮보다는 K_1 分潮가 優勢하게 나타나고 있다. 이는 Odamaki(1989)의 大韓海峽에서의 M_2 分潮에 대한 潮流橢圓圖(Fig. 13)와 Fang(1987)이 提示한 大韓海峽에서의 潮流橢圓圖(Fig. 14)와 比較할 때 算定된 本模型 結果와 定性的으로 類似하다. 算定結果가 全體的인 形態에 있어서는 類似하게 나타났지만 자세한 比較는 이루어질 수 없기 때문에 特定點에서 觀測值와 計算值와의 比較를 遂行하였다. Fig. 1의 T4點($34^{\circ}02'N$, $129^{\circ}25'E$,

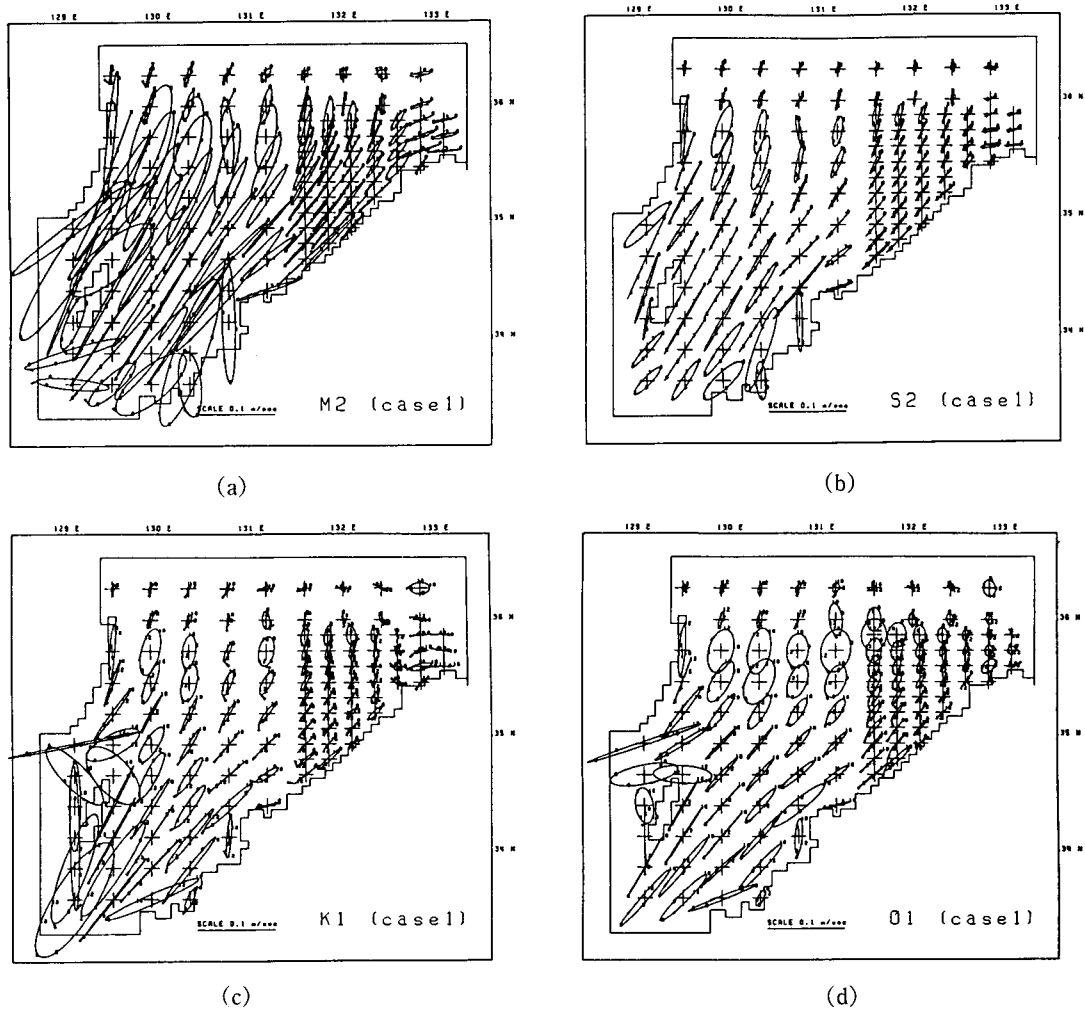


Fig. 11. 算定된 潮流橢圓圖(起潮力項除外)

水深 130m)에서 九州大學 應用力學研究所에 의해 觀測된 潮流速의 1987年 6月 27日 0時부터 同年 9月 20日까지의 時系列資料를 調和分析하여 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 分潮들에 대한 東西, 南北方向 潮流의 振幅 및 位相을 계산한 후 이를 Table 1에 제시하였고, 이 점에서의 각각의 獨立分潮에 대한 case 1과 case 2에 있어서의 潮流橢圓圖를 Fig. 15에 提示하였다. 이 그림에서 굵은 선은 觀測值, 가는 선은 計算值를 나타내는데 T4點에서의 觀測值에 의한 潮流의 調和常數는 그 크기에 있어서 M_2 分潮가 가장 優勢하고 K_1 分潮, O_1 分潮, S_2 分潮의 순으로 나타나는데 算定된 흐름에서는 K_1 分潮와 O_1 分潮의 크기가 작게 나타나고 있다.

4. 結 論

東海에서의 M_2 , S_2 , K_1 , O_1 分潮들에 대한 潮汐模型을 樹立하여 各各의 分潮에 대한 潮汐圖를 作成하였다. 東海는 全體 面積에 비하여 外海와 連結되는 海峽의 크기가 상당히 작기 때문에 開放境界에서의 潮汐入力과 이에 더불어 海面에 直接 作用하는 起潮力의 影響을 同時에 考慮하여 두 結果를 比較하였다.

模型에 의해 算定된 潮汐圖는 既存의 潮汐圖와 比較할 때 定性的으로 一致하였는데 起潮力의 影響을 考慮한 境遇나 考慮하지 않은 경우 類似한 樣相이나 無潮點體系는 相異하였다. 半日週潮 M_2 , S_2 分潮의 境遇 大韓海峽과 間宮海峽에서 無潮點이 나타났고,

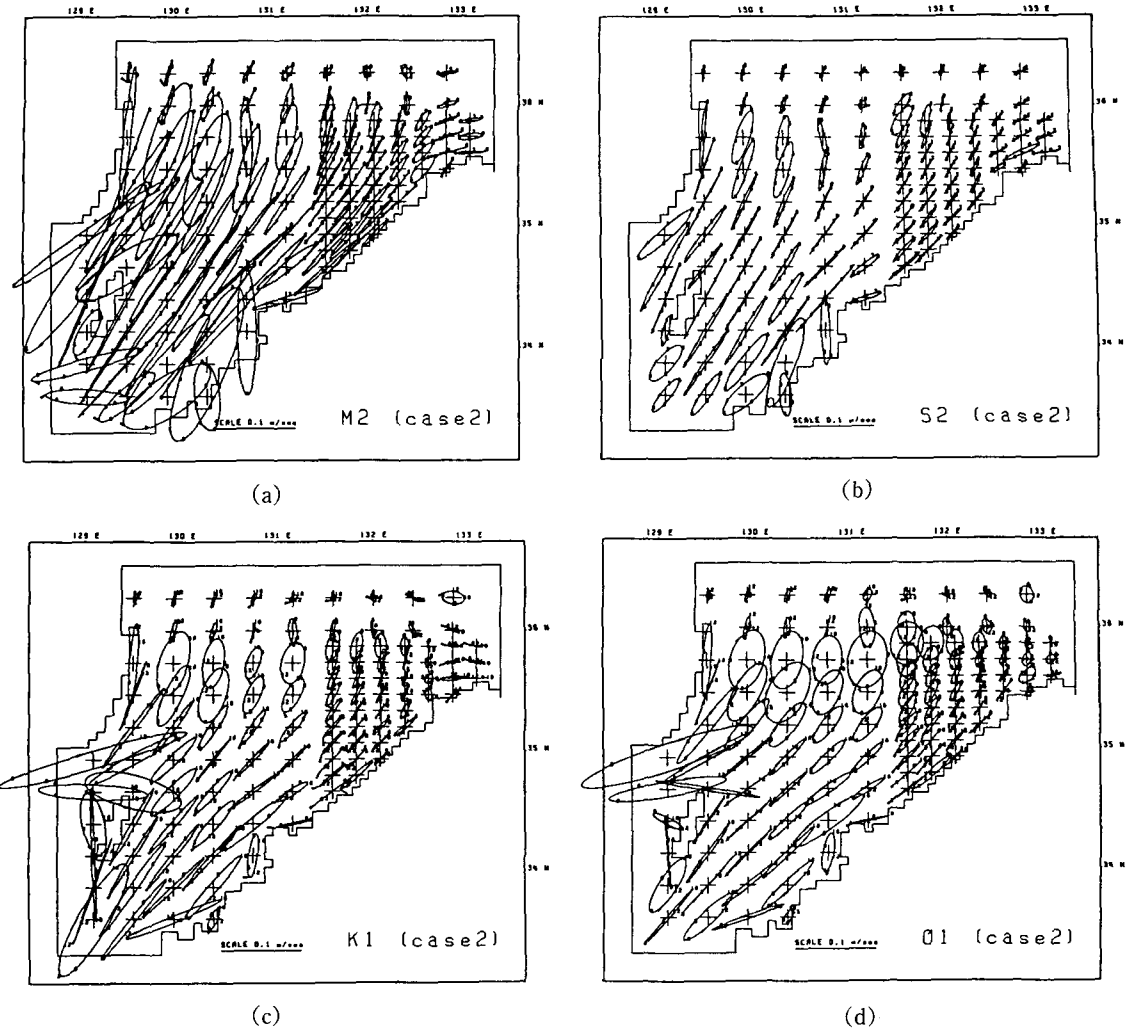


Fig. 12. 算定된 潮流橢圓圖(起潮力項包含)

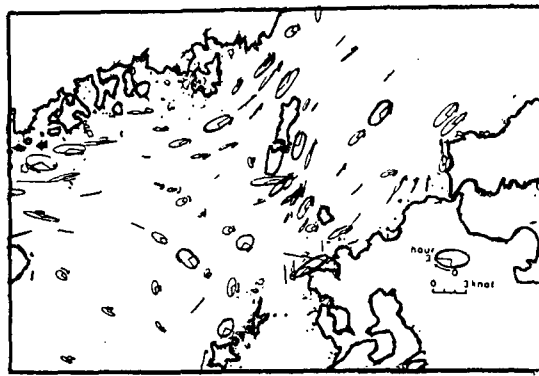


Fig. 13. Odamaki의 大韓海峽에서의 潮流橢圓圖(M₂ 分潮).

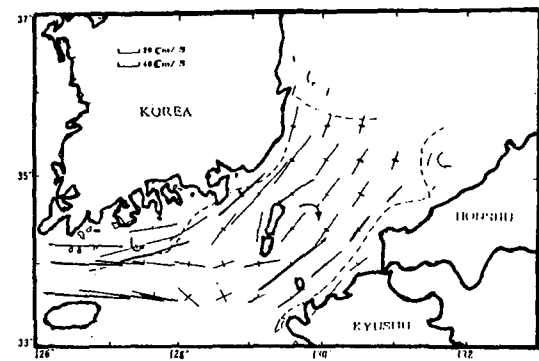


Fig. 14. Fang의 大韓海峽에서의 潮流橢圓圖(M₂ 分潮).

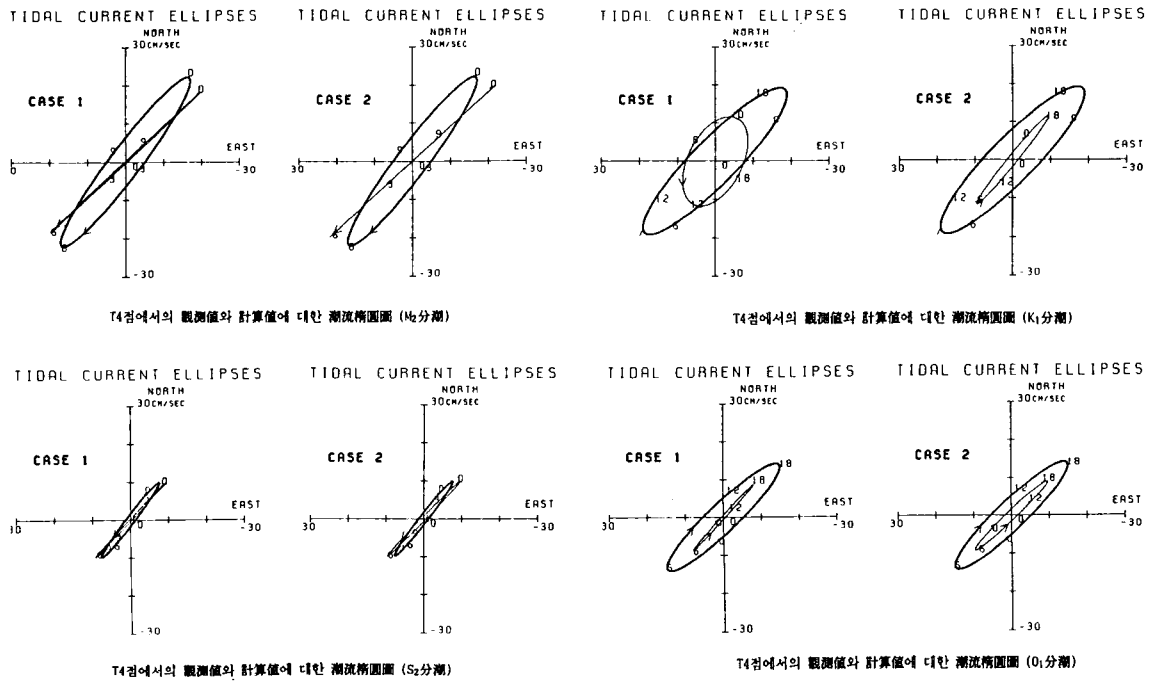


Fig. 15. T4점에서의 觀測値와 計算値에 대한 潮流橢圓圖

Table 1. T點에서의 東西方向 및 南北方向 潮流의 調和常數

| E-W direction | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Const- ituent | Observed H(m/sec) | g(°) | Calculated(case1) H(m/sec) | g(°) | Calculated(case2) H(m/sec) | g(°) |
| M ₂ | 0.171 | 13.1 | 0.198 | 347.8 | 0.219 | 343.6 |
| S ₂ | 0.076 | 58.2 | 0.093 | 24.2 | 0.096 | 16.8 |
| K ₁ | 0.190 | 325.3 | 0.086 | 317.5 | 0.095 | 288.8 |
| O ₁ | 0.150 | 266.1 | 0.080 | 257.7 | 0.097 | 240.1 |

| N-S direction | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Const- ituent | Observed H(m/sec) | g(°) | Calculated(case1) H(m/sec) | g(°) | Calculated(case2) H(m/sec) | g(°) |
| M ₂ | 0.221 | 356.1 | 0.183 | 347.0 | 0.198 | 343.3 |
| S ₂ | 0.098 | 48.3 | 0.098 | 26.0 | 0.099 | 21.3 |
| K ₁ | 0.191 | 299.7 | 0.117 | 21.3 | 0.116 | 297.6 |
| O ₁ | 0.142 | 245.2 | 0.087 | 262.2 | 0.092 | 249.8 |

起潮力의 有無에 따라 東西方向으로 상당한 移動이 發生하였다. 日週潮 K₁, O₁ 分潮의 境遇 大韓海峽 및 宗谷海峽, 振輕海峽에 無潮點이 나타났고, 大韓海峽의 無潮點은 韓國 南海岸의 釜山 附近에 隣接하여 나타났다. 韓國, 日本 및 러시아 沿岸에서의 潮位의 調和

常數에 대한 比較結果 近似한 分布를 보였는데 起潮力의 影響이 고려된 경우, 沿岸觀測値에 보다 近似한 값을 보여 東海에서의 潮汐現象에 起潮力의 影響은 結果에 다소간의 向上을 나타냈다. 潮流의 分析에 있어서는 東海內의 相對的으로 潮流速이 強한 大韓海峽에서의 潮流에 대한 潮流橢圓圖를 提示하였다. 그 結果 東北·南西向의 往復性 潮流의 形態가 나타나 既存의 資料의 類似한 樣相을 보이고 있다. 對馬島 南端의 一點에서의 東西, 南北方向의 潮流의 調和常數를 觀測値와 計算値에 대해 比較한 結果 類似한 형태를 보이고 있는데, 日週潮의 경우 算定된 結果는 觀測値보다 작게 나타났다. 大韓海峽의 無潮點體系를 直接觀測에 의해 確認하는 일의 이 海域의 海峽力學 및 東海의 전체적인 潮汐現象을 說明하는데 重要한 일일 것이다.

謝 辭

本 研究는 成均學術院의 部分的인 支援에 의해 遂行되었다. 大韓海峽의 潮流觀測資料는 日本 九州大 應用力學研究所所長 川建和雄教授로부터 提供받은 바 이에 謝意를 表한다.

参考文献

- 力石國男, 1986. 日本海の潮汐と固有振動, 月刊海洋科学, **18** (7): 447-455.
- 力石國男, 萩原快次, 1986. 津軽海峡の潮汐, unpublished Manuscript, Department of Earth Science, Hirosaki University.
- 力石國男, 萩原快次, 後勝勇二, 1987. 津軽海峡の潮流と潮汐, 月刊海洋科学, **19**(1): 26-33.
- 日本水路協會, 1990. 重要海域の流況豫測用データテーブルの整備(對馬海峡を中心とする九州北西岸域), 新日本氣象海洋株式會社, 161 p.
- Choi, B.H., 1980. A tidal model of the Yellow Sea and Eastern China Sea. KORDI Report 80-2, 72 pp.
- Fang, G., 1986. Tide and tidal current charts for the marginal seas adjacent to China, C.J. of Oceanology and Limnology, **4**(1): 1-16.
- Fang, G. and Yang, J., 1987. Modeling and prediction of tidal current in the Korea Strait, Progress in Oceanography, **20**: 307-381.
- Garret, C., 1975. Tides in gulfs, Deep-Sea Research, **22**: 23-35.
- Isoda, Y. and Murayama, T., 1993. Diurnal shelf waves off Hamada on San'in Coast, Journal of Oceanography, **49**: 71-88.
- Japan Oceanographic Data Center, 1985. Tidal Current Data Catalogue, JODC catalogue No. 16, 236 pp.
- Japan Oceanographic Data Center, 1984. Tidal Harmonic Constants Catalogue, JODC catalogue No. 4, 115 pp.
- Kang, S.K., Lee, S.R. and Yum, K.D., 1991. Tidal computation of the East China Sea, the Yellow Sea and the East San. In Oceanography of Asian Marginal Seas (ed) K. Takano, Elsevier, pp. 25-48.
- Kang, S.K., Chung, J.Y., Yum, K.D. and Lee, S.R., 1993. A study on the tidal phenomena in the Korea Strait. A paper presented to 7th Workshop on JECSS/PAMS, May 9-15, 1993, Qingdao.
- Kang, Y.Q. and Choi, S.W., 1987. Objective interpolation of the M_2 tide in the Sea, Bulletin of Korean Fisheries Society, **20**(6): 477-483.
- Nishida, H., 1980. Improved tidal charts for the western part of the North Pacific Ocean, Report of Hydrographic Researches, **15**: 55-70.
- Odamaki, M., 1984. Tides and tidal currents in Tugaru Strait, Bull. on Coastal Oceanography, **22**: 12-22.
- Odamaki, M., 1989a. Tides and tidal currents in the Tsushima Strait, Journal of Oceanographical Society of Japan, **45**(1): 65-82.
- Odamaki, M., 1989b. Co-oscillating and independent tides of the Japan Sea, Journal of Oceanographical Society of Japan, **45**(3): 217-232.
- Ogura, S., 1933. The Tides in the Seas adjacent to Japan. Bull. Hydrogr. Dept., **7**: 1-189.
- Proudman, J. and Doodson, A.T., 1924. The principal constituent of tides of the North Sea, Phil. Trans. Roy. Soc., **A224**: 185-219.
- Pingree, R.D., Griffiths, D.K., 1987. Tidal friction for semi-diurnal tides, Continental Shelf Research, **7**(10): 1181-1209.
- Schwiderski, E.W., 1979. Global ocean tides, Part II: The semidiurnal principal lunar tide(M_2), Atlas of tidal charts and maps, NSWC TR 79-414.
- Schwiderski, E.W., 1981. Global ocean tides, Part III: The semidiurnal principal solar tide(S_2), Atlas of tidal charts and maps, NSWC TR 81-122.
- Schwiderski, E.W., 1981. Global ocean tides, Part IV: The diurnal luni solar declination tide(K_1), Atlas of tidal charts and maps, NSWC TR 81-142.
- Schwiderski, E.W., 1981. Global ocean tides, Part V: The diurnal principal lunar tide(O_1), Atlas of tidal charts and maps, NSWC TR 81-144.