

새만금간척전후의 잔차류의 계절변화에 관한연구

A study of seasonal variation of the residual flow before and after Saemangeum reclamation

신 문 섭 (군산대학교)
Shin, Moon Seup

Abstract

Saemangeum coastal area is being constructed the 33km sea dike and 40,100ha reclamation area. The purpose of this study is to find the residual circulations in spring before and after the dike construction by a robust diagnostic and prognostic numerical model. Heat flux at the sea surface in May was adopted on the basis of the daily inflow of solar radiation at the earth surface, assuming an average atmospheric transmission and no clouds, as a function of latitude and time of year(George L.P.,J. E. William,1990). The discharge from the Geum, the Mankyung and the Dongjin rivers was adopted on the basis of experience formula of river flow in May(The M. of C.,Korea, 1993). Water temperature and salinity along the open boundaries are obtained from the results of field observations. The results of spring of the residual flow in the Saemangeum coastal area by a prognostic numerical model lead to the following conclusions: Water temperature in spring is the highest, salinity is the lowest and density is the lowest at the upper layer near the coast after the dike construction. The flow pattern at the upper layer during spring is anti-clockwise circulation between Wi and Shinsi islands. The flow pattern at the lower layer is clockwise circulation between Wi and Shinsi islands.

1. 서론

대규모 간척사업을 施行함으로써 일어날 수 있는 自然과 水産資源의 破壞등 생태계 변화예측을 위해서는 우선 조류가 강한 서해안에서는 조석과 조류에 대한 이해가 기본적으로 필요하다. 바람, 하천유량, 기상조건등도 연안해역의 유동에 영향을 미치지만 일시적인 형태로서 유동에는 큰 영향을 미치지 못한다고 본다. 그러나 조류는 해수유동에 큰 영향을 미친다고 연구되고 있다. 조석잔차류는 조류의 유속에 비하여 작지만 장기적인 관점에서 볼 때 연안해역에서 물질수송에 큰 영향을 미치고 있다. 연안해역에서 임의의 한 점에 있는 물 입자는 조석 한 주기후에 최초의 위치로 돌아오지 않는다. 이것은 잔차류와 난류의 영향인 것으로 연구되었다. 특히 잔차류는 해수표면에서 바람응력, 평균해수면경사, 수평밀도구배, 조류의 비선형성등에 원인이 있다고 한다. 종래의 연안해역의 물질확산에 가장 뚜렷한 조류의 역할이 크다고 생각되어졌다. 그러나 실제 연안

2000년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(2000년 10월 14일)

해역에서의 물질교환과 확산을 주의 깊게 관찰해 보면 수 조석주기 이상의 장기간의 물질교환은 뚜렷한 왕복류인 조류보다도 미약하지만 한 방향으로 흐르는 잔차류의 역할이 크다는 것이 밝혀졌다. 연안해역의 잔차류의 주성분은 조류운동의 非線形成에 의해서 생기는 조석잔차류(Tide induced residual current),바람에 의해 생기는 취송류(Wind driven current),밀도편차에 의해 생기는 밀도류(Buoyancy driven current,density driven current)의 세가지가 있다. 우리나라 서해안 해역에서 유동은 조류·조석잔차류·밀도류가 탁월하며 서해안 연안 해역의 수온·염분 분포는 기본적으로 이러한 유동장에의 하여 지배되고 있다. 따라서 연안 해역의 물질의 분산, 어류의 난·치어등과 같은 생물의 이동·분산을 예측하려면 우선 유동, 수온·염분 분포 등 물리 요소의 분포를 정량적으로 재현할 수 있는 수치 model의 작성이 요구된다. 잔차류는 조석잔차류,바람과 해면의 열수지,하천의 유입량,경계에서 수온·염분의 관측자료를 이용하여 간척후의 수온·염분과 잔차류를 예측하였다.

2 수치 Model

2.1 조류·조석의 지배방정식

새만금 간척지구해역의 조석, 조류를 계산하기 위하여 이용한 기본 방정식은 다음과 같다.(1), (2), (3)식을 차분화하여 계산하였다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_x}{h} \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_y}{h} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

3. 방조제 축조전·후의 잔차류계산

잔차류계산을 하기 위한 수온·염분자료는 군산대학 해양개발연구소에서 1992년 여름부터 1993년 봄까지 김중래(1994) 등에 의하여 계절별로 관측일을 정하여 3층으로 관측한 자료를 이용하였다. 방조제 축조전 잔차류는 진단(a robust diagnostic)모델에 의하여 잔차류를 계산하였다. 잔차류계산을 위한 운동방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f v = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + S_x \quad (4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f v = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial p}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + S_y \quad (5)$$

$$p = \rho_o g \eta - \rho_o \int_z^0 B dz, \quad B = \frac{\rho_o - \rho}{\rho_o} g \quad (6)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (7)$$

여기서, u, v, w 는 x, y, z 방향의 유속, f 는 코리올리 인자, ρ_o 는 평균밀도, p 는 압력, A_h, A_v 는 수평, 연직외동점성계수, B 는 부력, g 는 중력가속도, K_h, K_v 는 수평·연직외동확산계수,

S_x , S_y 는 조석용력의 x , y 성분, B 는 부력, η 는 평균해면에서 수위변화이다. 그리고 잔차류계산을 위한 수온·염분 이류확산방정식은 다음과 같다.

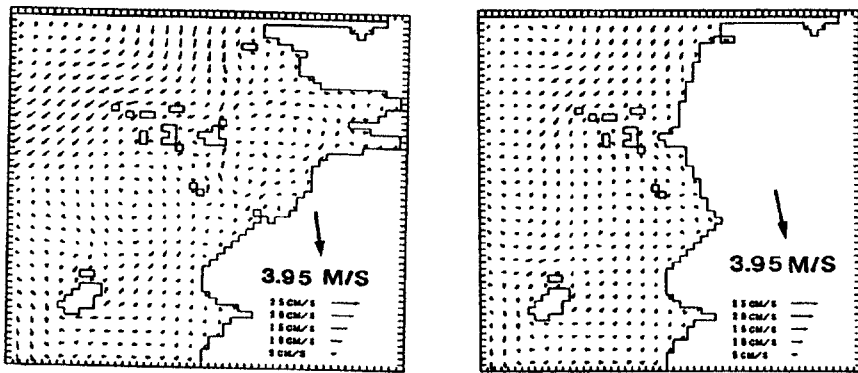
$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T + w \frac{\partial T}{\partial z} = K_h \nabla^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \gamma (T^* - T) \quad (8)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \nabla S + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_h \nabla^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} + \gamma (S^* - S) \quad (9)$$

여기서, T_s 는 조석용력, T^* , S^* 는 수온·염분의 관측치, K_h , K_v 는 수평·연직와동확산 계수, γ 는 Nothing 계수로서 γ 이 0이면 예보모델(prognostic model)이 되고, 0보다 크면 진단 모델(diagnostic model)이 된다. Sarmiento and Bryan(1982)는 γ 를 수심에 따라 변화시키고 있고, Fujio and Imasato(1991)는 위도에 따라 변화시키고 있다. 본 연구에서는 γ 를 관성 주기의 역수 ($\gamma = 1/24 \text{hour}^{-1}$)를 사용하였다. 해수밀도는 수온·염분의 관측치로부터 Knudsen의 식으로부터 구했다.

4. 계산결과분석

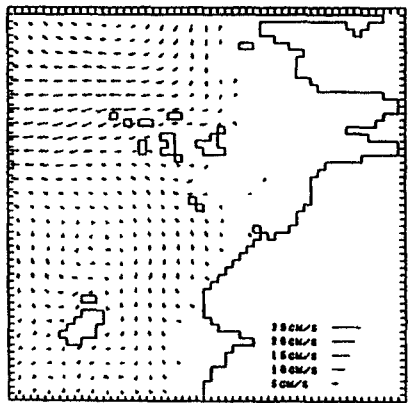
해면에서 열수지(Heat flux), 바람, 수온·염분자료를 이용하여 계산한 간척전·후 잔차류의 1992년봄부터 1993년겨울까지 계절별 계산결과는 Fig.1,2,3,4와 같다.



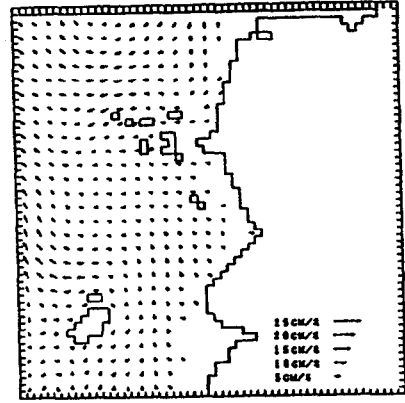
간척전

간척후

upper layer

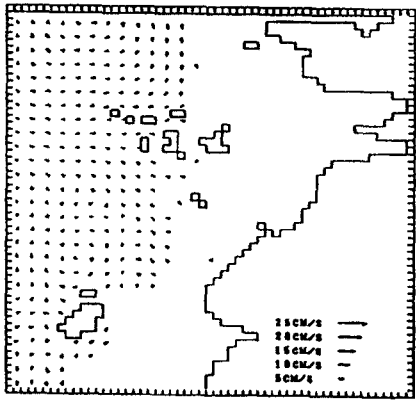


간척전

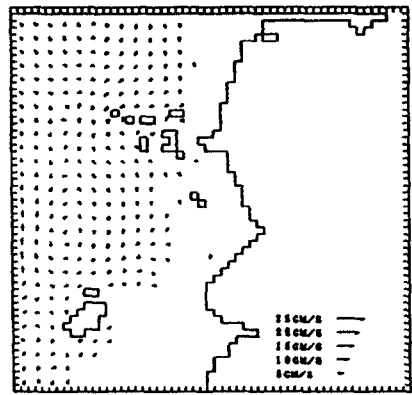


간척후

middle layer



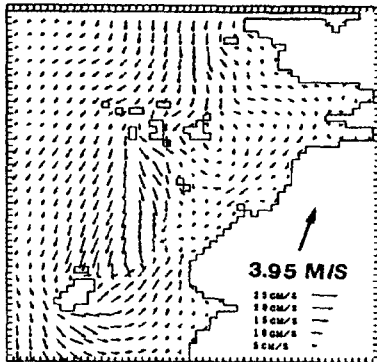
간척전



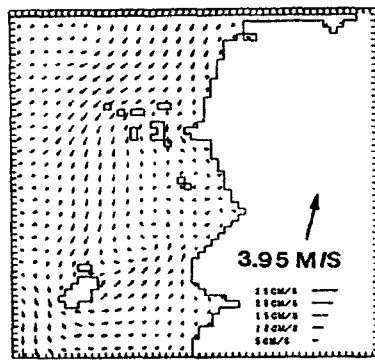
간척후

lower layer

Fig.1 The flow patterns of residual currents at three layers during spring (May,1992) obtained by diagnostic and prognostic model.

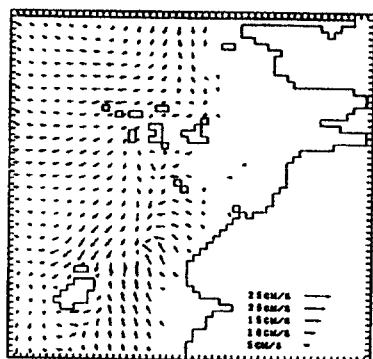


간척전

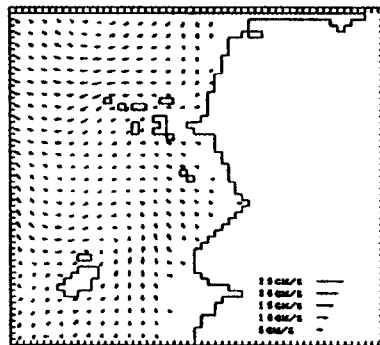


간척후

upper layer

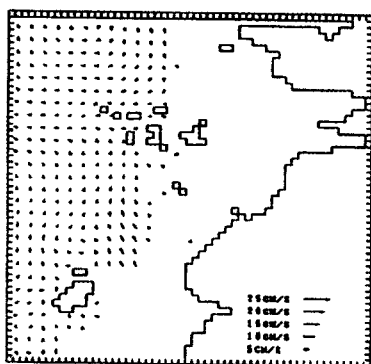


간척전

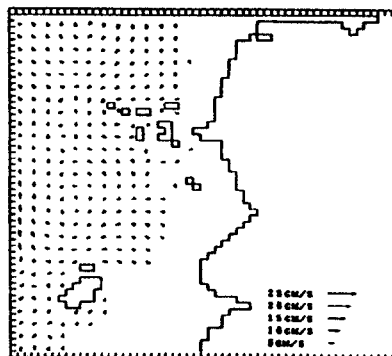


간척후

middle layer



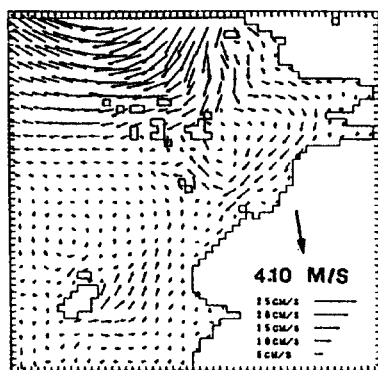
간척전



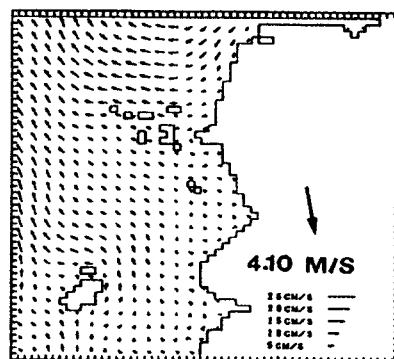
간척후

lower layer

Fig.2 The flow patterns of residual currents at three layers during summer (August,1992) obtained by diagnostic and prognostic model.

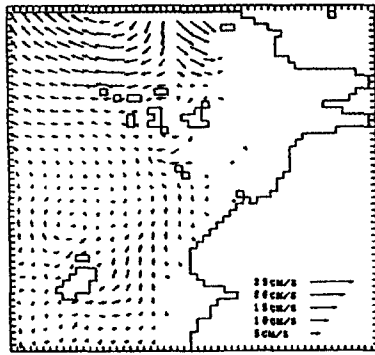


간척전

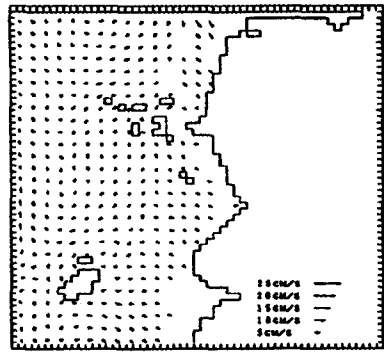


간척후

upper layer

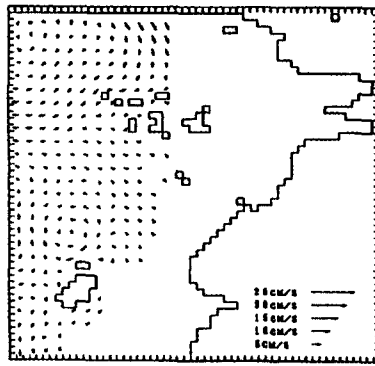


간척전

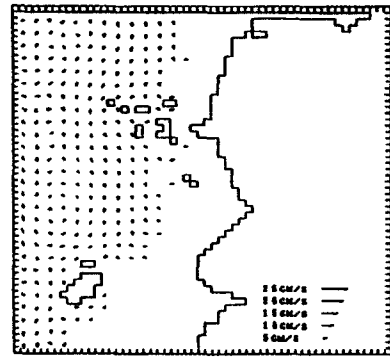


간척후

middle layer



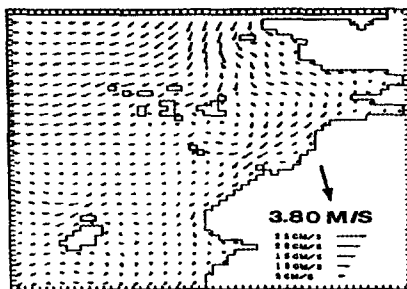
간척전



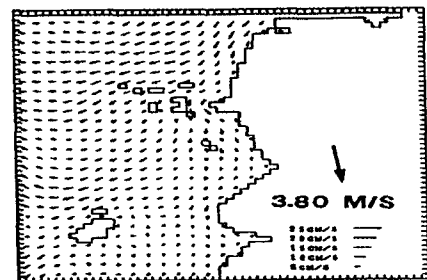
간척후

lower layer

Fig.3 The flow patterns of residual currents at three layers during autumn (October, 1992) obtained by diagnostic and prognostic model.



간척전



간척후

upper layer

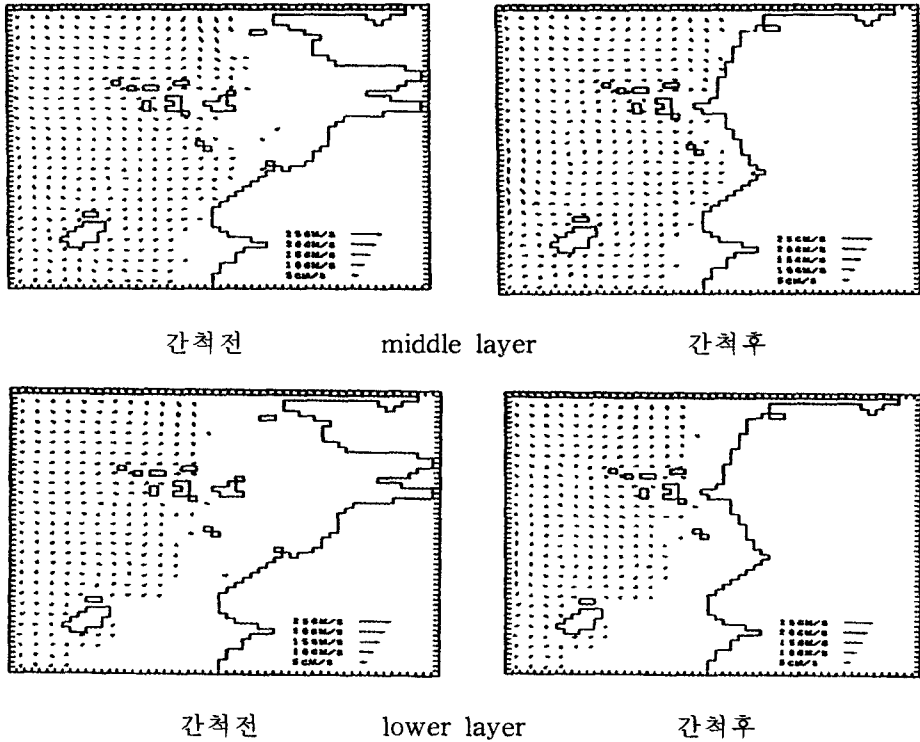


Fig.4 The flow patterns of residual currents at three layers during winter(January, 1993) obtained by diagnostic model.

5. 결론

1. 예보Model에 의하여 계산한 가을의 수온은 금강하구에서 높은 분포를 나타내고 있었다. 상층의 염분은 금강하구에서 낮은 분포를 나타내고 있었지만 하층으로 갈수록 증가하였다. σ_t (Sigma t)는 금강 하구의 상층에서 낮은 분포를 나타내고 있었다.

2. 예보Model에 의하여 계산한 가을의 잔차류의 흐름형태는 상층에서 남쪽에서 북으로 형성되고 있었으며 위도와 신시도 사이 저층에서는 시계방향의 잔차류를 형성하고 있었다.

3. 새만금 간척후의 잠제설치 후의 파고는 잠제설치전 보다 크게 감소하여 연안방재효과가 크다고 판단된다.

References

1. 申文燮, Yanagi T, 權哲輝, (1997), "조석잔차류에 의한 새만금간척지구의 미치게이션" 대한토목학회논문집, 제17권 II -5호.461-468.