

ADCIRC 모델을 이용한 우이도 주변해역의 조류자원 평가

정해창* · 원만홍** · 김부기*** · 김준호*** · 양창조****

*, ** 목포해양대학교 대학원, *** 목포해양대학교 해양메카트로닉스학부, **** 목포해양대학교 기관시스템공학부

Evaluation of Tidal Stream Resources Near Uido
Using an ADCIRC Model

Haechang Jeong* · Nguyen Manh Hung** · Bu-Gi Kim*** · Jun-Ho Kim*** · Changjo Yang****

*, ** Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

*** Division of Marine Mechatronics, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**** Division of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

요 약 : 본 연구는 전남 서남해안 우이도 주변해역의 조류흐름 특성에 따른 조류에너지 자원을 평가하였다. 먼저 대상해역의 조류 특성에 관한 정보 수집을 통한 타당성 조사와 유한요소법을 적용한 수심평균 2차원 ADCIRC(Advanced Circulation) 수치모델로 조석과 조류속의 변화에 대한 모의실험을 수행하였다. 조석분조는 우리나라 해역에 가장 큰 영향을 미치는 4대 분조(M₂, S₂, K₁, O₁)를 기본으로 설정하였다. 실제 평균 수심이 반영된 수치모형의 4곳을 관측점으로 설정하여 분석한 결과, 대조기 때 고고조 2.2m, 최강조류속 1.33 m/s 를 나타냈다. ADCIRC Model의 결과값은 국립해양조사원(KHOA) 실제 관측 자료와 비교 및 분석하여 검증하였다. 또한 대상해역의 수치모델 조류속값에 지형적 특성을 반영한 조류속기법(Tidal Flux Method)을 이용하여 조류에너지 밀도 분포에 대해 평가하였다. 우이도 해역의 5개 평가 영역 중 최대 1.75 kW/m²의 조류에너지 분포를 보였으며, 조위 및 조류속뿐만 아니라 해역의 지형적 특성을 고려한 조류에너지 밀도 분포도를 작성하여 최적의 조류발전단지 후보지를 선정하였다.

핵심용어 : 조류에너지, 유한요소법, ADCIRC, 조석분조, 조류속기법, 조류에너지 밀도

Abstract : This study evaluated tidal stream energy resources according to tidal flow properties around Uido off the west coast of Jeollanam-do, South Korea. A feasibility study was first carried out through the collection of bathymetry data and tidal phase information. For this simulation, a depth-averaged 2D ADCIRC (Advanced Circulation) model for real sea situations was applied to a Finite Element Method (FEM) approach for tides given the variation of tidal current speed. Hydrodynamics were simulated with 4 major tidal constituents (M₂, S₂, K₁, and O₁) after setting up 4 observation points. From the real depth-averaged model simulation results, it was found that the spring tide Higher High Water (HHW) and tidal current speed values at the 4 observation points were about 2.2 m and 1.33 m/s, respectively. The ADCIRC model results were analyzed with reference to the Korea Hydrographic and Oceanographic Agency's (KHOA) observed data for verification. Furthermore, using topographical characteristics via the Tidal Flux Method (TFM), tidal energy density distribution was calculated, indicating a maximum tidal energy density of about 1.75 kW/m² for the 5 assessment areas around Uido. The tidal energy density was evaluated with consideration given to topographical characteristics as well as tidal elevation and tidal current speed to determine an optimum tidal farm candidate.

Key Words : Tidal stream energy, Finite element method, ADCIRC, Tidal constituents, Tidal flux method, Tidal energy density

1. 서 론

지구 표면은 약 75%가 바다로 이루어져 존재하는 에너지 자원의 형태가 매우 다양하다. 그 중 해양에너지는 화석연료의 사용에 따른 환경오염과 자원의 고갈 문제를 해결할

수 있는 에너지원 중의 하나이다. 하지만 해양이라는 특수한 환경이 갖는 개발의 어려움으로 인해 다른 신재생에너지 분야에 비해 상대적으로 발전 속도가 더딘 것이 현실이다. 그러나 최근 해양공학 기술의 발전과 급격한 기후 변화가 맞물려 새로운 대규모 청정 대체에너지 개발의 필요성이 더욱 커지고 있다. 따라서 미개척 분야인 해양에너지 자원에 대한 관심과 기대가 커지며, 관련 기술에 대한 연구가 활발

* First Author : jeonghc2@gmail.com, 061-240-7472

† Corresponding Author : cjiang@mmu.ac.kr, 061-240-7228

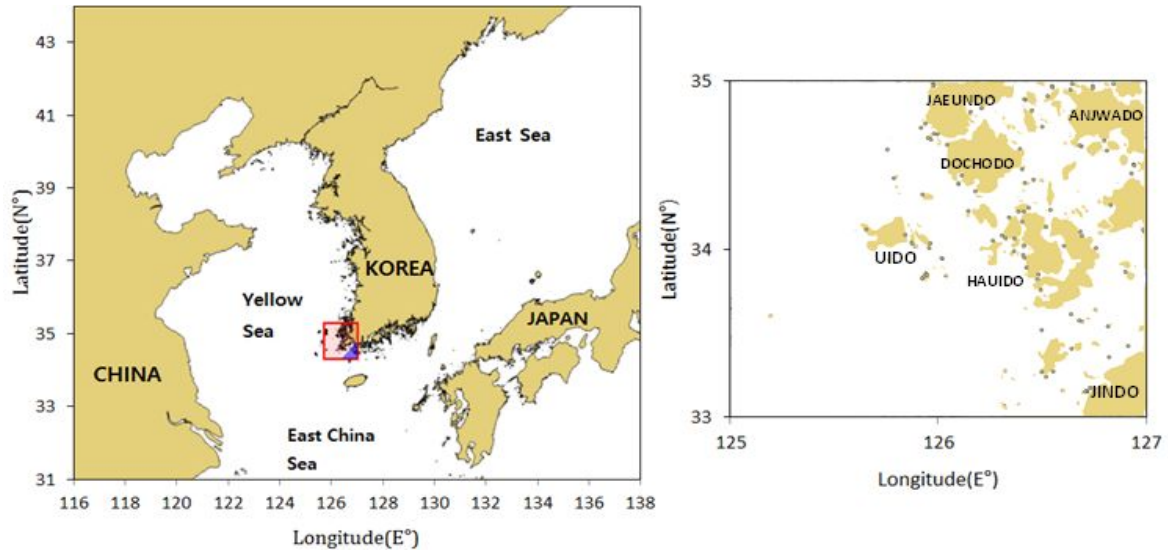


Fig. 1. Location of Uido in Korea.

히 진행되고 있다. 특히 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여 연안 해역에 가용 에너지 자원이 풍부하게 분포하고 있다. 설치 가능한 해역 또한 광범위하여 해양에너지 자원은 우리나라 연안에서 대규모로 활용이 가능하다는 장점이 있다. 국립해양조사원(KHOA, Korea Hydrographic and Oceanographic Agency)에서는 국내 천해역에 부존하는 해양에너지를 총 14,000 MW로 추정하고 있다. 한편 전남 서남해역(Fig. 1)에 부존하는 조류 에너지는 약 5,948 MW이며, 그 중 개발 가능한 조류 자원은 465 MW로 예측된다. 이러한 우수한 개발여건을 지니고 있는 전남 서남해역은 발전가능성이 매우 높다(Kang et al., 2012).

조류발전은 밀물과 썰물의 조석에 의한 조류(흐름)를 이용하는 방식으로서 터빈을 회전시켜 얻은 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 발전방법이다. 조류속도에 따른 입지의 제약이 있으나, 최소 1.5 m/s의 조류속이 형성되는 지역은 조류발전을 이용할 수 있다.

반복적인 조석의 흐름을 이용한 것이기에 발전 예측이 가능하며, 연속발전이 가능한 신뢰성이 높은 에너지원이다. 또한 기상 변화 및 계절과 상관없이 전력생산이 연속적인 무한한 발전량을 가진 발전 방법이다. 그러나 건설비용이 고가이며, 계통 연계의 용이성과 함께 일정 규모이상의 발전단지를 운영해야 하는 단점이 있다(Thake, 2005). 따라서 조류 발전의 경제성을 확보하고, 실제 발전소의 설치 및 운영을 위해서는 반드시 후보지의 조류자원에 대한 면밀한 평가가 수반되어야한다(Yang, 2011).

조류자원을 평가하기 위해선 대상해역의 조위와 조류속에 대한 정보가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 1992년 Luettich에 의해 개발된 유한요소 모델인 ADCIRC(Advanced circulation)를 해석도구로 선정하였다. ADCIRC는 해양뿐만 아니라 해안과 호수 그리고 하천과 연계된 지표수(Surface water)의 수리모델링에 적합한 모델로서 우리나라와 같이 해안선이 복

잡한 해역에서 보다 상세한 해석을 하는데 적합하다. 미해군 연구소(ONR)와 해양기상청(NOAA)의 Blain and Preller(2001)는 황해에 대한 조석모델을 수립한 적이 있으며, 국내에서도 Yang(2011)과 Lee et al.(2013)는 서해안의 특정지역에 대해 연구를 수행한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 우이도에 대한 ADCIRC 2차원 DDI(Dimension, Depth-integrated) 수치모형을 통해 조위와 조류속을 모의실험하고, 결과값에 대한 검증을 위해 국립해양조사원(KHOA)에서 제공하는 관측자료와 비교하였다. 또한 조류자원 평가 기법중의 하나인 조류속 기법(TFM, Tidal Flux Method)을 이용하여 우이도 해역의 조류에너지의 분포에 대해 계산하였으며, 일정기간동안의 조류에너지 밀도를 평가하여 전체적인 결과에 대해 고찰하였다.

2. 수치모형 및 조류자원 평가 방법

2.1 ADCIRC

ADCIRC는 유한요소법의 특징을 활용할 수 있는 모델로서 복잡하게 형성된 육지경계를 정밀하게 처리하며, 장기간 해수순환을 모의할 수 있도록 개발된 모형이다. 모형의 종류는 수심적분된 2차원모형(2DDI, 2-dimensional depth-integrated)과 3차원 모형(3DVS)으로 구분된다. 또한 ADCIRC 모델은 비정상(시간의 영향 존재)에서 현재의 값만을 사용하여 미래의 값을 구하는 단순한 대수 계산을 통해 시간변화에 따른 수치 변화를 구하는 양해법(Explicit method)보다 정확한 시간의존성을 고려하기 위해 새로운 시간 스텝과 현재 시간스텝을 일정 비율로 이산화하여 적용한 음해법(Implicit method)으로 시간 적분을 수행할 수 있는 이점이 있다. 따라서, 본 연구에서의 ADCIRC 모델은 2차원 2DDI 기법을 적용시킨 상세역 해수순환 모형을 선정하여 설계하였다.

2.2 기본 방정식

조류 계산 영역의 수평적인 규모가 수직적인 규모보다 훨씬 크면, 조류 흐름은 계산영역의 거리에 상관없이 간단한 scaling 인수에 의한 점성 관계에 따라 다양하게 나타난다. ADCIRC의 기본 방정식은 편미분 방정식의 근사해를 구하는 과정이며, 비압축성 천해방정식(SWEs Shallow water equations)은 식(1)과 같고, 보존성의 운동방정식은 식(2), (3)과 같다 (Sobey, 2008).

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} + \frac{\partial vh}{\partial y} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial uh}{\partial t} + \frac{\partial u^2h}{\partial x} + \frac{\partial uvh}{\partial y} = fvh - gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\tau_{b,x}}{\rho}, \tag{2}$$

$$\frac{\partial vh}{\partial t} + \frac{\partial uvh}{\partial x} + \frac{\partial v^2h}{\partial y} = -fuh - gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{\tau_{b,y}}{\rho}, \tag{3}$$

ζ (지오티드)는 높이를 측정하는 기준이 되는 가상의 해수면이며, u, v 는 수심적분된 수평방향 조류속, h 는 ζ (지오티드)와 h_d (수로의 깊이)의 합인 총 수심이며, h_o 는 평균수심이다. ρ 는 물의 밀도, $\tau_{b,x}$ 와 $\tau_{b,y}$ 는 x, y 방향의 바닥마찰응력 (Bed shear stress)를 나타낸다. 또한 $f = 2\Omega \sin\phi = Coriolis$ 인자, $h(x,y,t) \equiv h_d + \zeta$ 지오티드를 고려한 수심을 나타낸다.

Lamb(1932)는 조위와 조류속은 조석의 변화 규모에 따라 다양하게 나타날 수 있지만, 조석 변동의 진폭이 작으면 평균수심에 기인한 속도장에 대한 결과가 Shallow water balance에서는 상대적으로 작게 작용할 수 있다고 하였다. 따라서 연속방정식은 천해방정식에서 이류항이 선형화되어 식(4), (5), (6)과 같다.

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + h_o \frac{\partial u}{\partial x} + h_o \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \tag{4}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} = fv - \frac{\tau_{b,x}}{h_o \rho}, \tag{5}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} = fu - \frac{\tau_{b,y}}{h_o \rho}, \tag{6}$$

2.3 실험 개요 및 조건

수치 모형 실험의 연구대상 지역은 전남 서남해역을 모델로 하였으며, 조류에너지 밀도가 높다고 알려진 진도 서부 북의 우이도 해역 수심자료를 바탕으로 하였다. 실험기간 (Simulation period)은 2006년 10월 1일부터 10월16일(15일)로 설정하였으며, 모형 모형의 검증에 이용된 실험의 개요는 Table 1과 같이 정리하였다.

Table 1. Outlines of experiments and boundary conditions for ADCIRC

Parameters	Set up
Model type	2DDI(2D-Depth Integrated)
Bottom stress/friction	Constant Quadratic
Friction coefficient	0.005
Start time	00:00am, 1st October, 2006
Ramping time	1 day
Specified run time	15 days
Time steps	5 seconds
Mesh nodes	55,146

2.4 매개변수에 따른 개방경계 조건

모형실험을 위한 과정 중 가장 중요한 것은 개방경계의 매개변수가 되는 분조(Tidal constituent)의 설정이다. 따라서 본 연구의 조석 분조에 대한 조화 상수는 NAO(일본 천문대) DB에서 제공하는 21개 분조 중 우리나라 해안에 가장 큰 영향을 끼치는 4대 주요분조 M_2, S_2, K_1, O_1 의 반조차 합을 각각 더하거나 뺀 조석 조건을 기본으로 하였다(Suh et al., 2006). 또한 Table 2에 조위 및 조류속을 보정하여 예측결과를 개선하는데 사용된 반일주조(Semi-diurnal)와 일주조(Diurnal)에 대해 나타냈다.

Table 2. Examples of tidal major 8 constituents

Tidal constituent	Period (hrs)	Angular frequency $\sigma(h^{-1})$
M_2 (Principal lunar)	12.42	28.9841
S_2 (Principal solar)	12.00	30.0000
K_2 (Luni-solar semi-diurnal)	11.97	30.0821
N_2 (Larger lunar elliptic)	12.66	28.4397
K_1 (Luni-solar diurnal)	23.93	15.0410
O_1 (Principal lunar diurnal)	25.82	13.9430
P_1 (Principal solar diurnal)	24.07	14.9589
Q_1 (Larger lunar elliptic)	26.87	13.3986

2.5 유한요소 격자망

전남 우이도 부근 해역의 수치모형실험 격자는 복잡한 리아스식 해안선을 정밀하게 표현하기 위해 유한요소의 Tetra 격자를 사용하였고, 대상해역에 대해 절점과 유한 요소망을 사용하였다. 또한 Fig. 2와 같이 개방경계에 의한 결과값의 영향을 최소화하기 위해 우이도 해역을 개방경계 중심이 되도록 설계하였으며, Mesh elements number는 총 106,463개로 구성하였다.

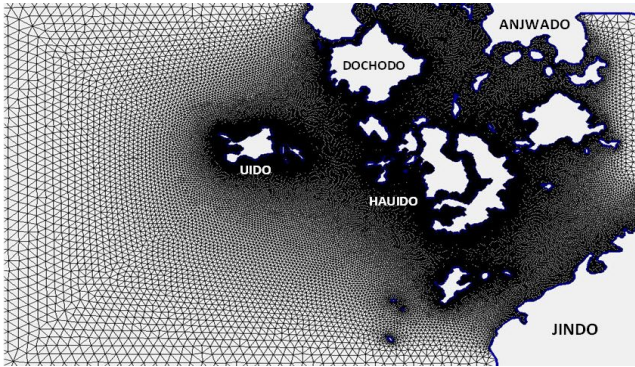


Fig. 2. Enlarged views of the finite element mesh around Uido.

2.6 조류자원 평가 방법

조류속기법(Tidal flux method)은 수로 전방의 횡단면 영역을 통해 계산되는 운동에너지 Flux의 계산에 기초한 평가 방법 중의 하나로서, 발전장치의 타입 또는 효율과 상관없이 수로(Channel)의 유동 흐름만을 고려하여 자원을 평가할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 조류발전단지 후보지를 선정하는 과정 중의 일환으로서 조류속기법을 선정하여 자원을 평가하였다. 조류속기법을 이용한 자원평가는 발전시스템을 설치할 해역에 대해 횡단면적을 파악하고 그것을 평균 에너지 밀도(Averaged power density, APD)와 곱해줌으로서 부존량의 예측이 가능하다(Yang, 2013).

식(7)은 P_{Flux} 를 구하는 식을 나타낸 것으로 P_{Flux} 는 P_{Mean} 과 같이 에너지 총량의 의미를 가진다. 또한 APD는 식(9)와 같이 구할 수 있고, 일정 높이에서의 조류속 V_{urmc} 와 Bin의 평균 조류속을 나타내는 U_i 를 통해 식(10)과 같이 구할 수 있다(EMEC, 2009; Lee, 2016).

$$P_{Flux} = APD \times A_{cross-section} (kW) \quad (7)$$

$$A_{cross-section} = cross-section\ area (m^2) \quad (8)$$

$$APD = \frac{1}{2} \rho \cdot V_{urmc} (kW/m^2) \quad (9)$$

$$V_{urmc} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^n (U_i^3 \times f(U_i))} (m/s) \quad (10)$$

3. 결과 및 고찰

3.1 우이도 해역 해수유동 모델링 결과 검증 및 분석

비교 관측점(OP, Observation Point)은 Fig. 3과 같이 우이도 부근 해역의 특성을 모두 반영할 수 있도록 해역 전반에 걸쳐 OP 4곳을 선정하여 조위(Tide elevation)와 조류속(Tidal current speed)에 대한 분석을 수행하였다. 모델링 결과값은 국립해양

조사원(KHOA)으로부터 제공받은 4개소 정점 관측자료와 비교하였다. 그러나 실제 관측한 자료와 차이를 보여 정확도를 개선하기 위해 해수유동 모형의 검증과정을 검토하였다.

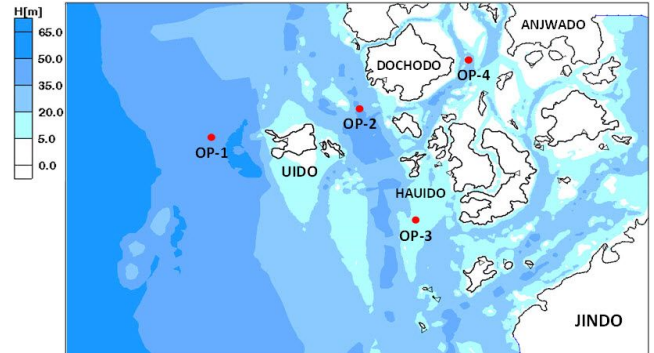


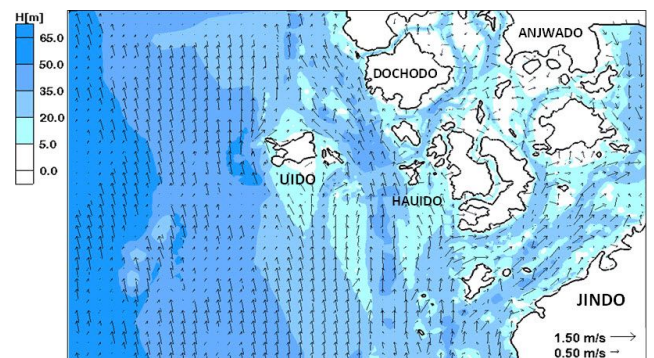
Fig. 3. Tidal height and observation point near Uido.

3.1.1 해수유동 모형 검증

해수유동 모형의 검증 과정은 조위와 조류속의 정확도 및 재현성을 평가하는 매우 중요한 과정이다. 따라서 본 연구에서는 조류벡터도와 Jung(2010)이 제안한 예측정확도를 개선하는 방법을 활용하여 모형을 검증하였다.



(a) Ebb tide (23:00, 6th, October, 2006)



(b) Flood tide (6:00, 7th, October, 2006)

Fig. 4. Results of Ebb and Flood tidal flow vector.

ADCIRC 모델을 이용한 우이도 주변해역의 조류자원 평가

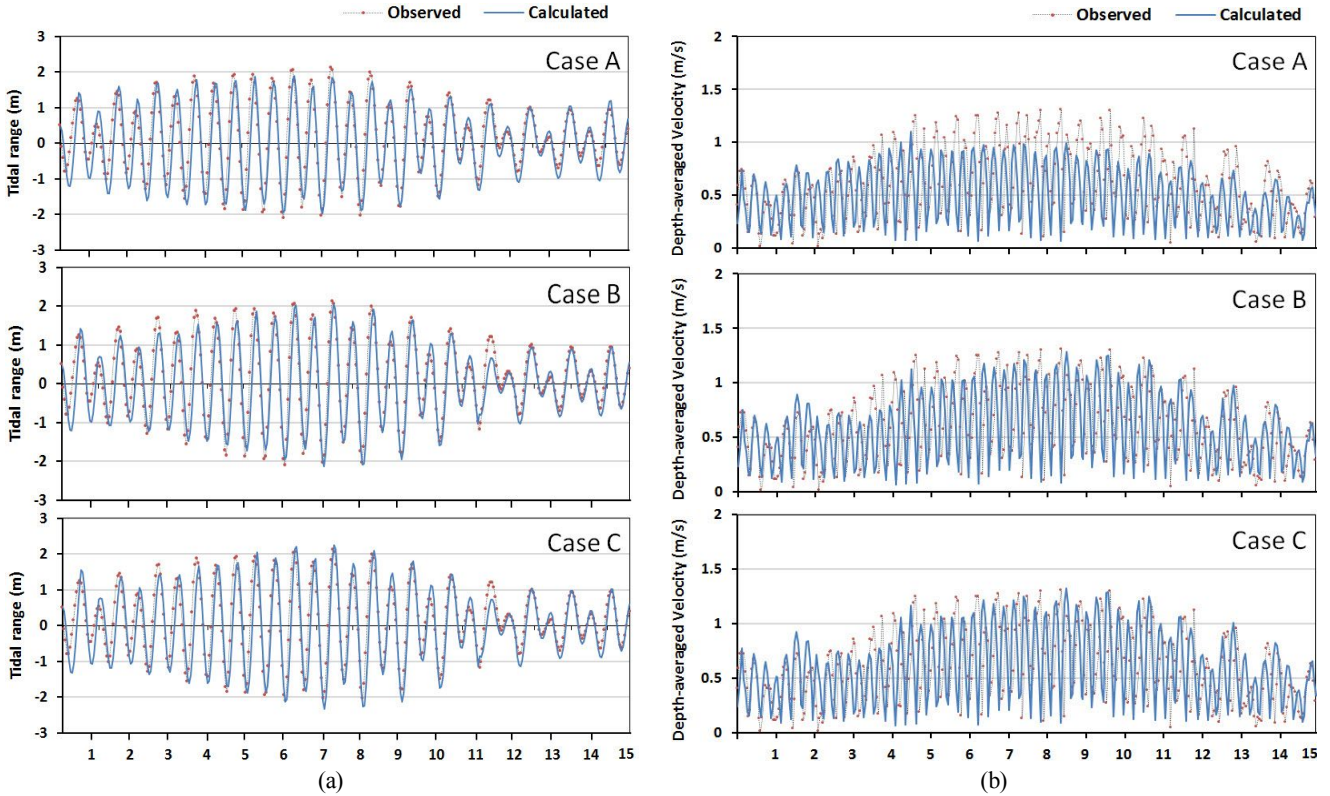


Fig. 5. Comparison of observed and modeled tidal currents at OP-3.

Fig. 4는 해수유동 모델링 결과의 벡터도로서 최강 창·낙 조류를 시점으로 나타냈다. (a)의 낙조류는 북서쪽에서 우이도와 도초도 사이로 유입되지만 입구 부분의 수심이 얕아져 조류속의 흐름을 방해하는 역할을 해 조류속이 감소함을 보인다. 한편 (b)의 창조류는 남쪽에서 우이도와 하의도 사이로 유입되면서 수로의 역할을 해 강한 조류속을 나타내며, 우이도 서쪽 부근 또한 상대적으로 깊은 수심으로 인해 강한 조류속을 보인다.

모델링 조위와 조석의 보정은 4개 조석분조의 합성조석으로 계산된 모델링 결과값(CaseA)을 기준으로 관측 조위와 계산조위의 차이를 이용해 보정(CaseB)하는 경우와 최종적으로 4개 분조의 합성조석에 의한 조위와 8개 합성조석(반일주조 및 일주조)에 의한 조위차이를 이용해 보정(CaseC)한 결과값을 이용해 검증하였다(Jung, 2010).

$$\eta(B)_{open} = \eta(A)_{open} \times \frac{\sum \eta_{obs}}{\sum \eta_{cal}} \quad (11)$$

$$\eta(C)_{open} = \eta(A)_{open} \times \frac{\sum \eta_{obs}}{\sum \eta_{cal}} \times \frac{\sum \eta_8}{\sum \eta_4} \quad (12)$$

식(11)의 $\eta(A)_{open}$ 는 4개의 합성 조석으로 계산된 초기 조위값으로서 관측 정점의 예측 전일 1일간 관측 및 계산된

조위의 합 $\sum \eta_{obs}$ 와 $\sum \eta_{cal}$ 의 차이를 적용해 계산 조위값을 보정하였다. 한편 CaseC 단계는 장기간(15일) 계산된 자료를 이용해 $\eta(B)_{open}$ 에 장기간 계산한 4개 합성분조 및 8개 합성분조의 합에 의한 조위값의 차이를 적용해 보정작업을 한번 더 수행함으로써 신뢰성을 높였다.

Fig. 5는 대표적으로 OP-3의 조위 및 조류속의 보정 과정을 통한 결과에 대해 도시하였다. 제한된 조석분조에 의한 CaseA는 (b)와 같이 조류속의 정확도가 낮게 형성되었지만, CaseB,C와 같이 보정단계를 통해 모델의 정확도를 향상시켰다. OP-3은 관측점 중 바다의 수심이 가장 얕고 육지와 근접한 위치로서 모델링의 결과값은 대조기 고고조(Higher high water) 2.2 m, 실제 고고조 2.06 m를 지시하였다. 대조기 최강 조류속 또한 1.33 m/s를 나타내 관측값과 0.25 m/s의 차이를 보였다. 모델링 결과는 전체적으로 저저조(Lower low water)의 조위 및 조류속의 진폭과 위상이 비교적 일치하지만, 대조기의 고고조 모델 결과는 실제 관측값만큼 충분히 상승하지 않은 것을 알 수 있다. 그러나 관측점에서 일정 크기의 조류속 지속 여부와 창·낙조 시 최대조류속차가 크게 발생하지 않고, 일정하게 유지되는 측면에서는 조류속의 변화가 시계열에 따라 비슷한 양상으로 형성되어 높은 신뢰성을 보임을 알 수 있다.

3.2 조류속 기법에 의한 조류자원 평가

조류에너지의 추출은 앞서 조류발전단지를 구축할 수 있는 지형적 특성과 조위 및 조류속 등 환경조건을 고려해 Fig. 6과 같이 후보지 5곳을 Aa(Assessment area)로 설정하였다. 급격한 수심의 변화로 인한 높은 에너지 분포를 기대할 수 있는 Aa1과 섬 사이에 위치해 수로의 역할을 기대할 수 있는 Aa2,3을 조류에너지 밀도 계산 영역으로 설정하였다. 또한 우이도와 하의도 사이의 해역을 Aa4,5로 구분하여 분석을 수행하였다.

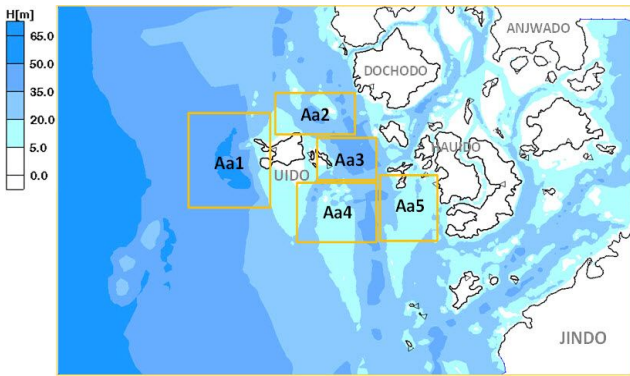


Fig. 6. Bathymetry of Uido, showing assessment area for tidal energy.

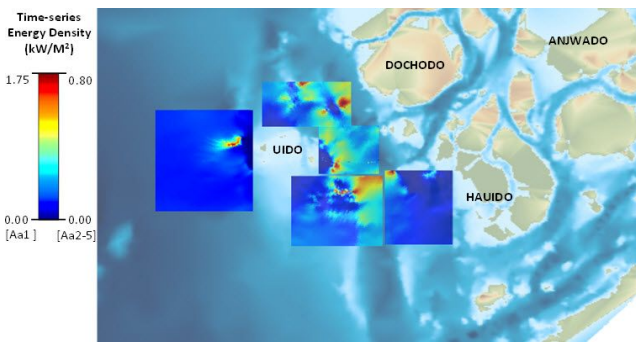


Fig. 7. Tidal energy density around Uido (Time-series energy density).

앞서 보정 및 검증과정을 통해 얻은 계산된 해수 유동모델링 계산 결과를 적용하면 Fig. 7과 같은 에너지 밀도분포를 도출할 수 있다. 우이도 서남쪽에 위치한 Aa1은 최대 1.75 kW/M^2 의 에너지 밀도를 보인다. 이는 Aa1 해역에 수심과 조류속의 급격한 변화로 인해 높은 에너지 분포를 나타내는 것으로 추정할 수 있다.

한편 Aa2와 Aa3은 섬과 섬 사이에 위치해 만조 시 낙조류의 강한 조류속이 나타나는 해역으로서 높은 에너지 밀도를 기대하였으나 섬과 섬 사이의 거리에 비해 상대적으로 얇은

수심과 간조 시 172° 의 유향을 가진 조류속의 흐름을 우이도가 방해하는 역할로 인해 낮은 에너지 분포를 보였다.

Aa4와 Aa5 사이의 해역은 평균 35m 이상의 깊은 수심과 창·낙조 시 유동의 흐름에 장애가 되는 요소가 상대적으로 적어 높은 에너지 밀도 분포를 보이며, 최대 0.8 kW/M^2 를 나타냈다. 또한 Aa4 해역은 얇은 수심의 우이사태가 포함되어 있는 지형적 특성으로 향후 해상풍력발전을 함께 운영할 수 있는 이점도 있는 해역이다.

Fig. 8은 우이도 해역의 일정기간(15일) 동안의 평균 에너지 밀도 분포를 나타낸다. 식(13)의 URMC(The Unit Root Mean Cubed velocity)는 해당해역을 일정한 입방체로 구성하여 평균조류속 U_k 의 세계평균을 프리즘 모델(Prism model)로 나타내는데 이용된다. k는 총 모의기간 중 일정 구간의 날짜이며, N은 Total simulation time이다. 일반적으로 음력 15일경, 30일경에 조차가 가장 크게 나타나므로 k와 N은 모두 15일을 기준으로 입력하였다. 그 결과 Aa1에서 1.51 kW/M^2 의 가장 높은 평균 에너지 밀도를 나타냈다.

$$URMC = \sqrt[3]{\sum_{k=0}^N \frac{U_k^3}{N}} \quad (13)$$

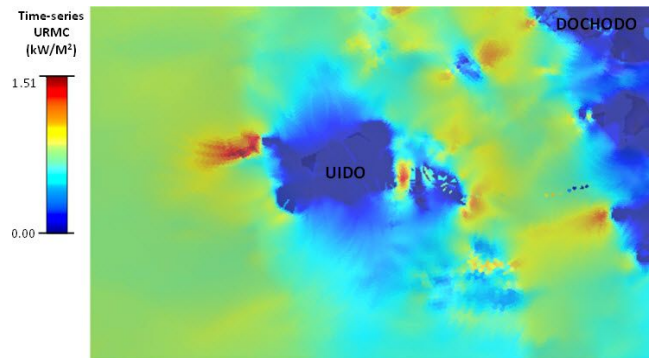


Fig. 8. Tidal energy around Uido (Time-series URMC).

4. 결론

본 연구는 전남 서남해안 우이도 해역을 대상으로 ADCIRC 모델을 적용한 2차원 해수유동 모형을 통해 조위와 조류속을 계산하였으며, 실제 관측 자료와의 비교를 통해 모델에 대한 보정 및 검증을 수행하였다. 또한 모델링 결과 자료를 조류속 기법에 적용하여 조류에너지 분포에 대해 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 유한요소법을 이용한 실제 해역의 수심평균 2차원 수치 모형을 구축하고 15일 기간 동안 4개 조석분조(M_2, S_2, K_1, O_1)의 합성분조를 기초로 보정 작업을 수행하였다. 그 결과, 해수

ADCIRC 모델을 이용한 우이도 주변해역의 조류자원 평가

모델링에서 대조기 때 고고조 2.2 m, 최강 조류속 1.33 m/s를 도출하였다.

2) 조류속 기법을 이용한 Flux의 계산을 통해 조류에너지를 평가하였다. 수심이 급격히 변하는 후보지에서 최대 1.75 kW/M²의 에너지분포를 보였으며, 모의기간동안의 평균조류속을 이용해 에너지 밀도 지도를 제작할 수 있음을 보였다.

3) 조류에너지는 이론적으로 조류속이 가장 큰 평가 요소이지만, 본 연구를 통해 지형적 특성에 따라 조류속의 변화가 조류에너지 분포에 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있었다. 한편 우이도 해역 부근에서는 충분한 조류속과 수심 및 전력 계통연계 측면에서 Aa1 해역이 최적의 조류발전단지 후보지라 할 수 있다.

본 연구는 전남 서남해안 우이도 부근의 특정 지역만을 선정하여 조류속기법을 이용해 조류자원을 평가하였다. 추후 조류발전기법 및 환경 영향 평가 등을 추가하여 최적의 조류발전단지를 구성할 수 있는 심도 있는 연구가 요구된다.

사 사

본 연구는 한국해양과학기술진흥원(KIMST) 해양청정에너지기술개발사업 일환의 “최적 조류발전단지 설계를 위한 간섭기술 연구” 지원으로 이루어졌으며, 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

References

- [1] Blian, C. A. and R. H. Preller(2001), Tidal Prediction Using the Advanced Circulation Model (ADCIRC) and a Relocatable PC-based System, Journal of The Oceanography Society, Vol. 15, No. 1, pp. 77-87.
- [2] EMEC(2009), Assessment of Tidal Energy Resource, Marine renewable energy guides, pp. 47-49.
- [3] Jung, T. S.(2010), A Method for Improvement of Tide and Tidal Current Prediction Accuracy, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 13, No. 4. pp. 234-240.
- [4] Kang, S. H., K. Y. Hong, B. S. Hyun, W. C. Koo and H. J. Kim(2012), Future Perspective and National Development Strategies on Renewable Ocean Energy, KAST research report 2012, Vol. 87, pp. 26-28.
- [5] Lamb, H.(1932), Hydrodynamics. Cambridge University Press, 6th edition, pp. 6-10,
- [6] Lee, J. K.(2016), Numerical Study on Performance of Tidal Current Turbines as Arrangement considering Interactions,

Doctor degree thesis, pp. 16-19.

- [7] Lee, M. E., N. S. Oh, G. Kim and J. W. Kang(2013), MODELING TIDAL CURRENT AROUND MOKPO, THE SOUTH WESTERN COASTAL ZONE OF KOREA, the 7th International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC 2013), pp. 521-526.
- [8] Sobey, R. J.(2008), Wetting and Drying in Coastal Flows, Coastal Engineering, Vol. 56, pp. 5-6.
- [9] Suh, S. W., W. H. Cho and G. S. Yoo(2006), Journal of Korean Society of Coastal and Ocean Engineers, Vol. 18, No. 1, pp. 43-52.
- [10] Thake, J.(2005), Development, Installation and testing of a large-scale tidal current turbine, DTI, England, pp. 1-35.
- [11] Yang, C. J.(2011), Theoretical Study on Assessment of Tidal Stream Resources, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 17, No. 1, pp. 23-28.
- [12] Yang, C. J.(2013), A Study on the Design of Tidal Current farm in the Bunamgun-do, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 19, No. 1, pp. 85-92.

Received : 2017. 02. 03.

Revised : 2017. 03. 29. (1st)

: 2017. 04. 10. (2nd)

Accepted : 2017. 04. 27.