

NORPAC 채집망의 유체역학적 특성 실험

오택윤·김주일·서영일·정순범·배재현*
국립수산과학원, *(주)금영

서론

일반적으로 해양생물자원 조사하기 위하여 난치자 채집망을 활용한다. 이러한 난치자 채집망의 대표적인 형태가 나일론 무결망을 사용한 NORPAC 채집망(직경 45cm)이다. 이외에도 크기나 형태에 따른 구분은 있으나, 대부분의 채집망은 입구의 면적이 일정한 데에 깔때기 형태의 망지를 연결하여 해양생물의 난치자를 채집하고 있다.

자원조사용 채집망은 각각의 난치자의 생물학적 특성을 조사하기 위하여 사용하기도 하지만, 자원량을 추정하기 위하여 사용될 때에는 채집된 생물량과 여과된 해수량이 중요한 조사항목이 된다. 이때에는 채집망의 여과량이나 여과 특성이 중요한 조사 요건이 되는데 현재까지는 프로펠러 타입 유량계를 설치하거나 전자기록식 유속계를 설치하여 유량을 계산하였다. 특히, 일반적으로 사용되는 프로펠러 타입 유량계의 경우, 정확한 유량 측정을 위한 별도의 정속양망기를 사용할 경우에도 양망속도를 0.3m/s 이상을 사용하여야 하며, 일정속도 이상에서는 그 여과량을 신뢰하기 곤란하다.

따라서, 본 실험에서는 좀 더 정확한 여과량을 산정하기 위하여 난치자 채집망의 유체역학적 특성을 회류수조를 사용하여 채집망 주변을 유속계를 사용하여 측정하고, 또한, 입구 주변의 유속장을 PIV(Particle Image Velocimetry)를 이용하여 계측하여 보았다. 이러한 실험 결과를 고려하면 좀 더 정확한 유량 데이터를 기준으로 자원량 산정에 기초자료로 활용하고자 하였다.

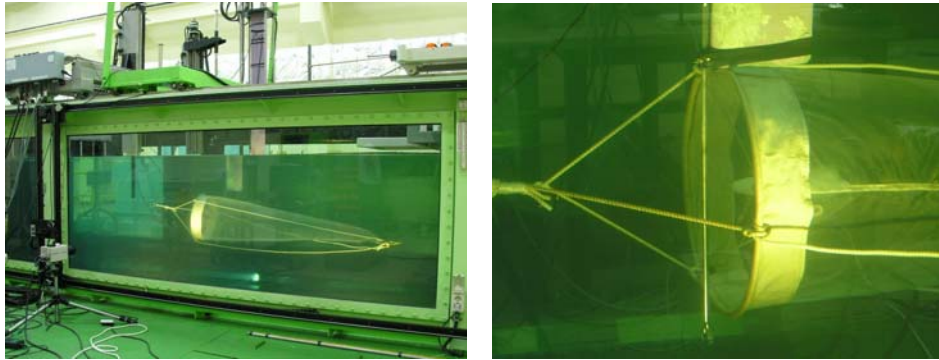
재료 및 방법

실험에 사용된 수조는 국립수산과학원 소재 수직순환형 회류수조로 관측영역 내의 Opening부의 삼면에 투명한 관측창을 설치하여 다양한 형태의 실험이 가능하도록 제작되어 있으며, 본체의 재질은 스테인레스 스틸(SUS304L)로 길이 25m, 최대 폭 5m, 높이 8.2 m, 수량 280톤이며, 관측부 크기는 길이 8m, 폭 2.8m, 높이 1.8m, 수심 1.4m 이며, 유속범위는 0.1~3.0 m/s이다. 기존 연구기관의 회류수조에 비하여 고속가동이 가

능하며 이를 위하여 각 코너에는 기포제거장치가 설치되어 있다.

수조의 주요설비로는 구동 임펠러(2대), 정류장치, 제어반, 작업대차, 여과장치, 기포제거장치, 초기충전장치, 수위조절장치, 표면류 가속장치 등이다.

NORPAC 채집망의 유체저항 측정실험에는 나일론 여자망을 사용한 길이 1.5m, 직경 0.45m인 을 사용하였으며, 500N 수중장력계(정호정밀, HFTU-5U, Korea)와 망입구 트레버스에 프로펠러 유속계(KENEK, VOT2-400-20, Japan)를 이용하여 위치를 이동하며, 채집망의 저항과 유속변화를 측정하였다. 유속은 0.2~2.0m/s까지 0.1m/s단위로 증가시키며 채집망의 저항을 측정하였으며, 유속변화는 망구의 중앙에서 유속방향(x축방향)으로 40cm 전방에서부터 망내부 150cm까지 위치를 이동하며 측정하였다.



(a)채집망 설치

(b)프로펠러 유속계

그림 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

유동가시화 기법은 유동 속에 추종입자의 입자영상(Particle image)을 화상처리하여 주어진 유동의 속도장을 측정하는 PIV시스템을 활용하였다. PIV는 측정하고자 하는 유동단면을 레이저 평면광(Laser light sheet)으로 조사하고 이 빛에 조명되어진 유동입자들의 반사광을 시간간격 ΔT 를 두고 이미지를 취득하여 측정영역 내 미소구간 또는 입자의 이동량을 화상해석으로 취득하여 유동을 정량적으로 계측하는 기법이다.

광원은 Nd-YAG 이중레이저를 사용하였으며, 유속에 따라 1번 레이저와 2번 레이저가 주사되는 시간(Δt)는 500~2000 μs 가 되도록 설정하였다.

실험에 사용된 PIV의 광원은 출력 300mj, 파장 532nm인 Nd:Yag Laser를 영상입력장치로 2048×2048 해상도의 고정도의 디지털 CCD 카메라를 이용하여 화상을 취득하였다. 추종입자는 30 μm Silver coated glass spheres를 사용하였다.

PIV 소프트웨어는 2 Frame Cross-Correlation 알고리즘을 이용하는 T&Teck의 ThinkS 2D PIV 프로그램으로 화상해석을 실시하였다.

결과 및 고찰

NORPAC 채집망은 유속 0.5m/s에서 3.0kgf의 저항이 발생하며, 1.0m/s에서 11.3kgf, 1.5 m/s에서 23.3kgf, 2.0m/s에서 40.2kgf 로 유속의 제곱에 비례하여 저항이 증가하는 전형적인 특성이 나타났다. 유속이 1.0m/s로 일정할 때, 채집망 입구 중앙에서 수심방향으로 50 mm간격으로 깊이를 증가시키며 유속변화를 측정한 결과는 그림 2와 같다.

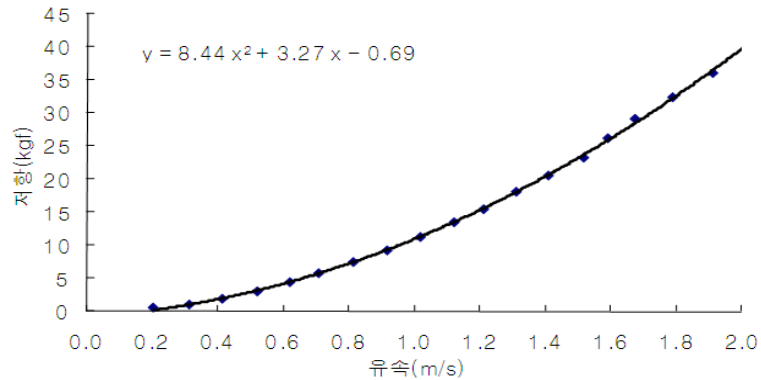


그림 2. 유속에 따른 NORPAC 채집망의 유체 저항

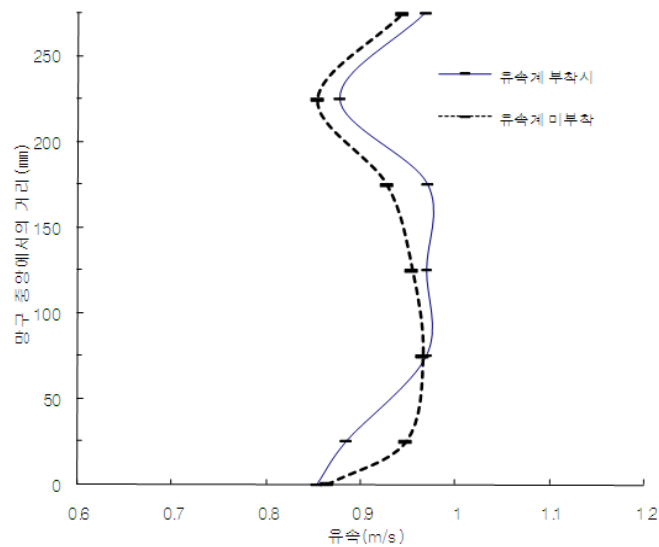
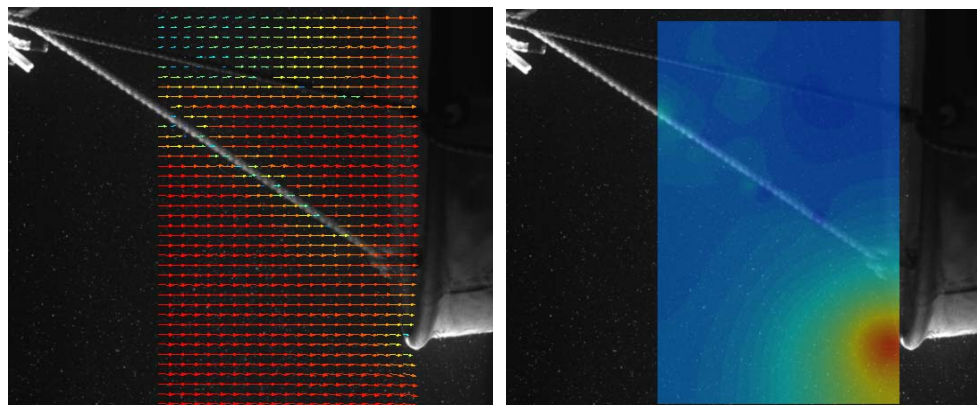


그림 3. 망구 중앙에서 테의 거리에 따른 속도변화

그림 3에서 채집망에 유량계가 부착된 경우와 부착되지 않은 경우 모두 유사한 속도 변화 패턴을 보여주었으며, 다만, 유량계가 부착된 경우 망구의 중앙에서 속도 감소가 크게 나타났다. 채집망 입구 중앙에서는 채집망을 고정하고 있는 중앙 매듭의 영향으로 유속이 약 0.85m/s로 15% 감소하고 중앙에서 225mm 거리인 채집망의 테 주변에서도 약

0.85m/s로 15%의 감소하는 것으로 나타났으며, 채집망 망구의 평균유속은 0.92m/s로 나타났다. 따라서, NORPAC 채집망은 예망속도가 1.0m/s일 때, 실제 여과량과 채집망에 부착되어 있는 유량계에 의한 여과량의 차를 계산하면, 여과량은 여과면적과 시간에 관한 적분량이므로 망구중앙에서 테까지 거리에 따른 유속의 선형 분포를 여과면적으로 적분하게 되면 약 15%의 오차가 나타나게 된다. 그러므로 NORPAC 채집망 사용시 여과량의 계산을 위해서는 정해진 속도로 정속예망을 하면서 가능한 가는 로프를 이용하고, 유량계도 망구 중앙과 테에서 100~150mm정도 간격을 두고 설치하는 것이 정확한 여과량 산정이 가능할 것으로 판단되었다.

PIV 실험결과에서도 이러한 현상은 정확히 나타나 채집망테와 중앙 부분에서 속도감을 확인할 수 있었으며, 향후 정량적인 해석을 통하여 자원조사용 채집망의 표준화 및 여과량 산정에 기초자료로 활용하고자 하였다.



a. velocity vector's distribution

b. Pressure's distribution

그림 4. Result of PIV Experiment.

참고문헌

현범수, 신용현(2000) : 물수실린더에 의하여 생성되는 쇄파주위 점성유동의 고찰 (제1부 : 파형 및 압력분포), 대한조선학회 논문집 제37권 제1호.

현범수, 신용현, 최경신(2000) : 물수실린더에 의하여 생성되는 쇄파주위 점성유동의 고찰 (제3부 : PIV를 이용한 순간유동장 해석), 대한조선학회 논문집 제37권 제2호.

이영호(1996) : PIV의 분류 및 원리, 대한기계학회지 제36권 12호, pp.1146-1162.

이영호, 최장운(1996) : PIV에서의 계조치 상호상관법개발, 대한기계학회 춘계학술대회 논문집2권, pp.396-400.