Korean Jour. of Petrol. Geol., Vol. 12, pp. 14~19, 2006

해저탐사에 적용되는 음파특성

Underwater Acoustic Characteristics and Application to Seabed Survey

김성렬 (Seong-Ryul Kim)* · 이용국 (Yong-Kuk Lee)* · 정백훈 (Baek-Hun Jung)*

요 약 : 광파 (또는 전자파)는 물에서 전달에너지의 감쇠 (attenuation)가 너무 심하여 수층을 투과하는데 한계가 있지만 음파의 경우는 매우 좋은 전달매체로 작용한다. 따라서 수중 또는 해저탐사에 사용되는 대부분의 탐사장비와 기술들은 음파를 이용하는 방법을 채택하고 있다. 일반적으로 파동의 특성은 주파수에 있다. 음원 (sound source)이 저주파일수록 투과력 (penetration)은 높아지지만 해상력 (resolution)은 낮아진다. 고주파의 경우는 그 반대이다. 즉 저주파는 바다 깊은 (또는 먼) 곳까지의 정보를 알 수 있지만 해상력은 낮다. 그러나 고주파는 깊이 (또는 멀리)까지는 도달할 수 없지만 얕은 (또는 가까운) 곳의 정보는 저주파보다 훨씬 상세한 정보를 제공한다. 해저자원조사에 적용되는 음파탐사방법은 여러 가지가 있으나, 본 논의에서는 해저지형을 조사하는 음향측심, 지층구조와 퇴적층의 형태를 조사하는 지층탐사, 그리고 해저면을 평면적 영상으로 표현하는 측면주사음향탐사, 이 세가지를 중심으로 해저탐사에 적용되는 음파특성을 논의하였다.

주요어 : 음파, 주파수, 감쇠, 투과력, 해상력

Abstract : The electromagnetic (light) waves have a limitation to penetrate media, ie, water and sea-bottom layers, due to high energy attenuation, but acoustic (sound) waves play as the good messenger to gather the underwater target information. Therefore, the acoustic methods are applied to almost all of ocean equipments and technology in terms of in-water and sub-bottom surveys. Generally the sound character is controlled by its frequency. In case that the sound source is low frequency, the penetration is high and the resolution is low. On the other hand, its character is reversed at the high frequency. The common character at the both of light and sound is the energy damping according to the travel distance increase.

Keywords : acoustic wave, frequency, attenuation, penetration, resolution

서 론

어쩌면 지구는 은하계의 몇 안 되는 물이 있는 행성 중의 하나일지도 모른다. 지구 표면의 71%를 덮는 해양은 암석으로 된 지각과 대기에 많은 영향을 끼친다. 지구상의 생명은 분명 바다에서 진화했다. 모든 생명체의 세포는 여전히 소금기가 있는 액체에 담겨져 있다. 우리는 자연계에 대한 과학적 방법을 통해서 우리의 행성인 지구에 대해 많은 것을 연구해 왔다. 해양과학이란 지구와 그 일부인 해양 그리고 여기에 터잡고 사는 생명체에 대해 과학적인 방법을 응용하는 것이다. 해양학의 초기 역사는 항해의 역사와 밀접하게 관련되어 있다. 처음에 해양학은 이주, 무역, 전쟁 또는 식량을 구하는 등 생활과 밀접한데 목적을 두었다가 나중에는 지식탐구로 변모하였다. 항해를 위한 해양학에 초점을 맞추어 항해자와 이들의 항해, 항해를 가능케 하였던 발명과 이들의 발견이 있었으며, 지식 탐구를 위한 항해, 해양 연구기관의 설립 그리고 현재는 해양과 지구환경의 관계, 부존자원의 탐사 등으로 하나의 학문적인 연구영역을 이루게 되었다 (강효진 외, 2002).

해저자원을 개발하고 이용하기 위해서는 물리탐사가 선행된 후에 부존자원의 유무, 위치, 매장량, 개발가치 등을 판단하게 된다. 이러한 탐사활동에 사용되는 다양한 탐사장비와 조사방법은 주로 음파를 도구 (tool)로 이용하고 있다. 이 연구는 음파특성이 해저탐사에 어떻게 적용되는지를 쉬운 방법으로 논의하는 데 목표를 두었다. 집을 짓는 데에는, 터파기, 기초다지기, 골조세우기, 외벽올리기 등 크게 네 단계로 공사가 진행된다고 한다. 이 논의 역시, 탐사라는 용어의 이면(裏面; 또 다른 얼굴), 해저탐사의 원리, 조사방법과 장비, 음파특성의 적용, 네 단계로 구성하였다. 음파탐사에 대한 기초개념이라는 건물이 튼튼하게 완공되기를 기대하면서.

탐사라는 용어의 이면(裏面)

틀리지만 옳은 생각

Fig. 1의 호랑이의 넓이를 한번 구해보자. 학생들에게 과학을 공부하는 방법을 설명하려고 시도한 내용이다. 예상했던

*한국해양연구원 해저환경연구본부 (Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea)

Fig. 1. Illustration of tiger suggested to calculate his face area.

대로 격자형태의 방안지를 만들어 그 칸 수를 세면된다는 것이다. 한 학생이 또 다른 방법을 제안하였다. 호랑이 얼굴을 정확하게 오려낸 다음 무게를 재고, 1 cm 단위면적의 무게를 재서 그 비율을 계산하면 된다는 것이다. 단, 여기서 종이의 두께가 일정해야 한다는 조건을 달았다.

그렇다. 틀리지만 옳은 생각이다. 우리가 알고 있듯이 물리량의 기본단위는 서로 별개의 개념이며, 상호연관성은 선형적이지 않다. 크다 (길이)고 무겁지 않으며, 무겁다 (무게)고 빠르지 않으며, 또한 빠르다 (시간)고 크지는 않다. 넓이와 무게, 서로 다른 단위를 대비했다는 의미에서는 틀렸지만, 특정한 경계조건이 있다면 선형적인 비례관계가 성립한다는 의미에서 옳기 때문이다.

탐사는 "본다"는 의미

탐사란, 어떤 대상을 자세히 조사해 "보고" 그 상황을 이해하는 행위일 것이다. 흔히들, 아는 것이 많은 사람을 식견(識見)이 높다고 말한다. 그리고 百聞不如一見 (백 번 듣는 것보다 한 번 보는 것이 낫다)이라는 한자성어의 표현에서도 마찬가지로, 알게 된 지식 (또는 터득한 경험)은 "본다(見)는 것"과 결코 무관하지 않다. 우리의 말과 글은 이런 면에서 참으로 과학적이다. 여기에 살구가 하나 있다고 가정하자. 생각만 해도 벌써 입속에는 침이 고이기 시작한다. 우리는 왜 이렇게도 살구에 대하여 즉각적인 반응을 보이는가. 먹어 본 경험이 있기 때문이다. 우리의 지식은 경험을 통해서 형성되는데, 그 경험은 "본다는 행위"에 기초를 두고 있다. 여기에서 본다는 의미는, 시각 (눈으로 보는 것)만을 뜻하는 것은 아니다. 넓은 의미로서 포괄적이다. 즉 어떻게 경험하느냐는 접근방법의 차이일 뿐 결국은 보는 것이다. 일상적인 생활언어에서도 "본다"는 표현은 얼마든지 찾을 수 있다. 예를 들면, 생각해 본다, 만나 본다, 읽어 본다, 찾아 본다, 공부해 본다, 실험해 본다, 말해 본다, 알아 본다,,, 등등. 이 모두가 보는 방법의 다양성을 부언하여 표현하고 있다.

과학 (science)은 눈에 보이는 자연현상에 관하여 질문해 보고, 그 대답을 찾아보고, 또 질문에 대해 점검해 보는 체계적인 과정이다. 어떤 자연현상을 항상 변함없이 그렇게 설명할 수 있을 때에 법칙 (law, 만유인력의 법칙)이라는 용어를 쓴다. 그러나 과학적인 방법으로 현상 (이치)을 설명할 수 있다고 해서 절대 진리 (true)라고는 말할 수 없다. 현재까지의 결과에, 새로운 지식이 늘고 관찰방법이 발전한다면, 변할 수도 있기 때문이다. 즉 임시적이며, 현재의 결과가 나중에도 변함없이 적용되는 그 때까지만 진실일 것이다 (강효진 외, 2002). 그래서 연구 (research)한다는 영어단어가 갖는 의미 역시, 다시(re) 되풀이해서 끊임없이 찾아 "본다(search)"는 뜻이 아닐까 싶다.

"보는" 방법은 여러가지

어떤 사물과 현상을 이해하기 위한 다양한 방법들을 한번 생각해 보자 (Table 1). 우리 몸의 허리, 체중 그리고 체온은 줄자, 체중계 그리고 체온계로 알 수 있다. 그렇다면, 지구의 크기, 질량, 그리고 지열은 어떻게, 무엇으로 잴 것인가? 그럼에도 불구하고, 우리는 그 수치를 알고 있다. 이 값은 줄자, 저울, 온도계로 측정한 결과는 분명 아닐 것이

Table 1. Various tools and activities to get knowledges

OBJECTION	ACTIVITY	LOOK	TOOL	KNOW	KNOWLEDGE
허리의 둘레를 몸의 무게를 몸의 체온을	재어 달아 재어	본다	줄자 체중계 체온계		정착화된 지식
지구의 반경을 지구의 무게를 지구의 온도를	재어 달아 재어	본다	?	6,400 km 6×10^{24} kg 6,000°K	
바다의 수심을 해저의 모양를 해저의 물체를	측량해 조사해 촬영해	본다	음향측심기 음파탐지기 수중카메라		
수중을, 해저를	탐사해	본다	광파, 음파		

다. 그림 호랑이 얼굴의 넓이를 계산할 때에 (Fig. 1), 종이의 두께가 일정하다는 조건 하에서 가위와 저울을 사용했었다. 마찬가지로, 몇 가지 관측한 결과와 실험 자료를 조건으로 계산한 결과이다. 이견이 없는 우리의 정착화된 지식이다.

우리가 어떤 현상을 이해 (know)하고 지식 (knowledge)으로 고정관념을 갖기까지는 일단 [본다(see, look)]는 행위자체로부터 시작된다. 눈으로 직접 보고 이해하는 것이 제일 정확하다고 생각하지만, "본다"는 의미를 좀더 폭넓게 수용한다면, 이 세상에는 꼭 시각 (視覺)을 통하지 않고도 이해되고 수용할 수 있는 지식이 훨씬 더 많다는 사실이다. 방법상의 차이일 뿐이다. 예를 들어 깊은 바다의 수심을 알아보려면 음향측심기 (echo sounder)를 사용하면 된다. 음향측심기의 원리는 음파를 이용한다. 음파라는 간접적인 수단을 통하여 바다의 깊이를 알게 된다. 즉 어떤 도구 (tool)를 이용하여 현상을 보게 되고, 이해가 되면 그것이 우리의 지식으로 남게 된다. 실상 직접 본다는 것 자체도, 광파라는 빛이 정보 전달자의 역할을 하기 때문이다.

해저탐사의 원리

레이더로 땅속까지 훤히 "본다"

해저탐사의 기본적인 도구는 음파 (소리)이다. 음파를 소개하기에 앞서, 한 일간지의 과학상식 컬럼 (이창석, 2004)에 게재되었던 전파 (레이더)에 관한 이야기를 먼저 살펴보고자 한다 (Fig. 2). 땅 (바다) 속을 드려다 보는 원리가 비슷하기 때문이다. 본문의 내용을 요약해 보면 다음과 같다.

빛은 주파수에 따라 적외선, 가시광선 (빨주노초파남보), 자외선으로 구분한다. 빨간색이 보라색 보다 낮은 주파수이고, 낮은 주파수 대역일수록 투과력이 우수하다. 따라서 안개 등의 방해물이 있더라도 멀리까지 잘 보이는 적색등을 정지신호로 사용하고 있으며, 적외선은 인체 내부를 투과하므로 진단하는 의료용으로도 사용된다. 또한 빛에 비하여 전파는 저주파이므로, 대기 중의 먼지 등에 의해 방해를 덜 받는 전파망원경이 광학망원경보다 우주를 정밀하게 관찰할 수 있다. 빛은 구름에 가리지만 전파는 투과하므로, 적외선망원경은 물체를 식별하는데 용이하여 군사용으로 개발되고 있다. 레이

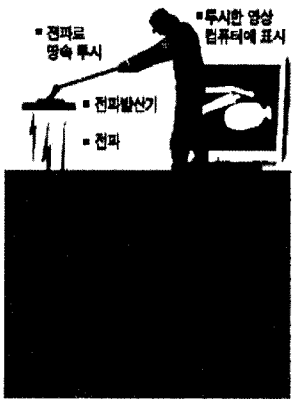
재미있는 전파 이야기

레이더로 땅속까지 훤히 본다

가정용 전기는 60Hz(헤르츠)의 주파수를 사용하고 있으며 60Hz란 1초에 60번 양극(+)과 음극(-)이 바뀌고 있다는 것을 말한다. 전파의 주파수 범위는 해석하기에 따라 다를 수 있으나 국제통신법에서는 3THz(테라헤르츠, 초당 3조번 진동) 이하의 전자파를 말하며 그 이상의 주파수를 가지는 전파는 빛(光)으로 분류한다. 빛은 그 주파수에 따라 원적외선·적외선·가시광선·자외선으로 분류한다.가시광선은 우리가 잘 알고 있는 바와 같이 그 주파수에 따라 '빨·주·노·초·파·남·보'로 구분한다. 우리가 느낄 수 있는 가시광선의 주파수는 350 ~ 750THz 정도이다.

주파수가 낮은 전파일수록 방해물을 투과하는 성질이 좋으며 주파수가 높은 전파일수록 에너지가 높고 직진성이 강하다.

신호등의 정지 신호로 빨간색을 사용하는 이유는 빨간색의 주파수가 다른 가시광선의 주파수보다 낮아서 안개나 먼지 등의 방해물이 있더라도 멀리까지 잘 보이기 때문이며 하늘이 파랗게 보이는 이유는 주파수가 높은 '파·남·보' 색깔의 빛이 주파수가 낮



은 색깔의 빛에 비해 미세한 먼지 등에 의해 더 많이 반사되기 때문이다.

주파수가 높은 자외선은 그 에너지는 크지만 인체를 통과할 수 없어 피부에만 반응하는 것이며 주파수가 낮은 원적외선은 인체 내부까지 그 열기를 전달할 수 있기 때문에 의료용으로 사용되기도 한다.

전파와 빛은 같은 특성을 가지고 있기 때문에 전파를 이용하여 물체를 관찰할 수도 있는데 전파망원경이 그 대표적인 예다. 전파는 대기 중의 먼지 등에 의해 방해를 덜 받기 때문에 전파망원경을 사용하면 광학망원경을 사용할 때보다 더욱 정밀하게 우주를 관찰할 수 있다.

또한 전쟁영화에서 흔히 볼 수 있는 레이더도 전파를 이용한 관측장비의 일종이다. 구름 등에 가려져 망원경을 통해서는 볼 수 없는 물체를 빛보다 주파수가 낮은 전파를 사용함으로써 구름을 뚫고 더 멀리 볼 수 있는 것이다.

전파는 벽이나 땅속을 뚫고 들어갈 수 있으므로 그런 곳을 투시할 수 있다.지하 투시용 레이더는 아직은 세밀한 영상을 볼 수 있는 수준은 아니지만 차세대 무선통신에 이용될 초광대역 기술이 접목되면 수 년 내에 직접 눈으로 보는 것과 같이 세밀한 영상을 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 땅속 투시 기능은 지하에 매설되어있는 전력선·가스관·수도관 등을 미리 확인하여 대형사고를 예방하는 데 사용될 뿐 아니라 건물 붕괴나 화재 등 각종 재해 현장에서 생존자를 구출하는 데 중요한 역할을 하게 될 것이다.

이창석 한밭대 전파공학과 교수

Fig. 2. Science column about ground penetration radar pressed on daily news paper Jungangilbo.

더는 좀 더 낮은 전파대역이다. 아직은 세밀한 영상을 볼 수 있는 수준은 아니지만, 수 미터 정도까지의 땅속 물체는 감지가 가능하여 지하매설 시설물 (전력선, 수도관, 기스관 등)을 확인하고 있다.

이 내용을 좀 더 압축하면, 빛보다 전파가 저주파이므로 방해물질이 있더라도 투과력이 강하여 잘 볼 수 있다는 뜻이 된다. 그렇다면, 주파수의 관점에서 볼 때 음파는 전파보다 더 저주파이다. 따라서 음파를 이용하면 해저의 모양과 땅속의 지층구조를 훤히 볼 수 있다는 지극히 자연스러운 결론에 도달한다. 우리가 알고 있듯이, 지구의 내부구조에 관한 지식 역시 지진파를 이용한 연구결과이다.

해저를 탐사하는 (보는) 도구: 음파

광파 (또는 전자파)는 물에서 전달에너지의 감쇠 (attenuation)가 너무 심하여 수층을 투과하는데 한계가 있지만 음파의 경우는 매우 좋은 전달매체로 작용한다. 따라서 수중 또는 해저탐사에 사용되는 대부분의 탐사장비와 기술들은 음파를 이용하는 방법을 채택하고 있다. 일반적으로 파동의 특성은 주파수에 있다. 음원 (sound source)이 저주파일수록 투과력 (penetration)은 높아지지만 해상력 (resolution)은 낮아진다. 고주파의 경우는 그 반대이다. 즉 저주파는 바다 깊은 (또는 먼) 곳까지의 정보를 알 수 있지만 해상력은 낮다. 그러나 고주파는 깊이 (또는 멀리)까지는 도달할 수 없지만 얕은 (또는 가까운) 곳의 정보는 저주파보다 훨씬 상세한 정보를 제공한다.

여기서 또 한 가지 파동의 공통적인 특징은, 전달에너지는 주행거리와 주파수에 비례하여 감쇠한다. 즉 멀리 갈수록 전달에너지는 감소하며, 고주파일수록 전달에너지의 감쇠량은 더 커진다. 따라서 저주파 파동이 고주파 파동보다 더 멀리 갈 수 있는 이유가 여기에 있다. 아무리 깨끗한 해역이더라도 광파 (햇빛)는 수면에서 약 200미터 이상을 투과하지 못한다. 심해로 내려가면 캄캄한 흑암이다. 그러나 음파를 이용하면 해저의 모양을 훤히 들여다 볼 수 있다.

조사방법과 장비

해저자원조사에 적용되는 음파탐사방법은 여러 가지가 있으나, 이 논의에서는 해저지형을 조사하는 음향측심, 지층구조와 퇴적층의 형태를 조사하는 지층탐사, 그리고 해저면을 평면적 영상으로 표현하는 측면주사음향탐사 이 세 가지를 간단히 검토해 보자.

음향측심 (Echo Sounding)

음파 (약 200 kHz)를 바다 밑으로 쏘아 보낸 뒤, 해저면에서 반사되어 되돌아 올 때까지 걸린 주행 왕복시간으로 바다의 깊이를 측정한다. 수중에서 음파전달속도는 약 1,500 m/s이다. 음파는 해저까지 2회를 왕복한 시간이므로 음속을 곱하고 2로 나누면 수심을 계산할 수 있다. 그러나 바닷물의 온도, 염분, 수압 등은 깊이에 따라 변하고 지역과 계절에 따라서도 다르다. 이러한 환경요인들은 음속에 영향을 미치므로, 음속을 보정하여야 정확한 수심을 측량할 수 있다.

음향측심기는, 음파를 송신하고 수신하는 송수파기 (transducer)가 한 개냐 또는 여러 개냐에 따라서 단빔 (single beam)과 다중빔 (multi beam)으로 구분한다. 단빔의 경우 조사선이 진행하는 항로의 직하부에 대한 선 개념의 수심을 측량하지만, 다중빔의 경우는 면 개념으로 수심정보를 취득한다. 따라서 짧은 시간에 넓은 해역의 해저지형을 파악할 수 있다는 장점이 있으나, 가격 면에서 비교할 수 없을 정도로 고가이다.

지층탐사 (Sub-Bottom Profiling)

음향측심에서는 음파가 지층을 투과할 필요는 없다. 단지 해저에 도달했을 때 반사되어 튕겨 나오면 된다. 그러나 지층탐사에서는 해저퇴적층을 투과해야 한다. 따라서 음향측심에 비해 낮은 음향주파수를 사용한다. 지층탐사는 투과심도에 따라서 천부지층탐사와 심부지층탐사로 구분한다.

천부지층탐사는 일반적으로 1~10 kHz 대역의 주파수를 사용하며, 해저면 하부 수 m에서 수 십 m까지의 탐사가 목적이다. 심부지층탐사에 비하여 고주파, 저투과력, 고해상력, 저에너지가 특징이며, 천부의 해저지질구조 및 연안토목, 매몰체 탐사 등에 적용된다. 그러나 심부지층탐사는 100 Hz~1 kHz 정도의 더 낮은 주파수 대역을 선택하며, 해저면 하부 수 백 m에서 수 km까지가 탐사목표이다. 저주파, 고투과력, 저해상력, 고에너지가 특징이며, 지하 심부의 해저지질구조, 석유 및 가스전 탐사 등에 적용된다.

측면주사음향탐사 (Side Scan Sonar Seafloor Image Mapping)

해저를 평면적 개념에서 음향학적으로 영상화하는 탐사장비가 Side Scan Sonar이다. 탐사장비의 이름에서 알 수 있듯이, 조사선의 항로를 중심으로 좌·우측 (side)의 해저면을 음파 (sonar)로 훑어 (scan) 나가면서 해저의 형태를 영상으로 표현하게 된다. 마치 TV 화면이 여러 개의 주사선 (scan line)으로 채워지는 것과 같은 원리를 적용하는 탐사방법이다.

탐사범위 (survey range)에 따라서 협역 (狹域)탐사와 광역 (廣域)탐사로 구분한다. 협역탐사는 주로 천해용이며, 탐사범위는 조사선의 항로를 중심으로 수 백 m 이내이고 음향주파수는 100~500 kHz 정도의 대역이다. 광역탐사는 주로 심해용이며, 탐사범위는 수 km이고 100 kHz 이하의 저주파 대역이다. 지층탐사는 해저의 하부를 수직단면 (vertical section profile)으로 표현하는 반면, 측면주사음향탐사는 해저면을 평면 (horizontal areal mapping) 영상으로 나타낸다는 점에서 차이가 있다.

해저의 지질구조와 형태, 해저광물자원, 그리고 해저의 구조물 설치 (예; 광통신케이블, 파이프라인 등)를 위한 지질재해 위험요소 (geo-hazards) 탐사 등에 활용되고 있다. 그밖에 연안역 개발에 따른 항만공사의 입지조건, 모래자원 확보를

Table 2. Acoustic responce and application according to sound source frequency

구분	해상력	투과력	감쇠량	음향측심	지층탐사	측면주사탐사
고주파	높다	낮다	크다	천해용	고해상(천부)	고해상(협역)
저주파	낮다	높다	작다	심해용	저해상(심부)	저해상(광역)
					천해용(고주파)	
					심해용(저주파)	

위한 분포조사, 교각하부의 지반침하 확인 등의 분야에서도 활용되고 있다. 해저(면)에 놓여있는 이상물체 (예; 침몰선박, 어초, 해양투기물 등)에 대한 현황과 위치, 모양 등에 대한 상세한 형태까지도 음향영상 모자이크 처리기법으로 표현이 가능하다.

음파특성의 적용

음향측심기의 경우 천해용은 200 kHz이고 심해용은 12~34 kHz 대역이다. Side scan Sonar의 주파수 대역은 100~500 kHz 정도이다. 주파수 대역이 10 kHz 이하로 낮아지면 점차적으로 해상력보다는 투과력이 우세해지면서 해저(면) 하부의 지층을 투과하게 되며, 탐사대상 목표가 수중과 해저면에서 그 하부로 옮겨지게 된다. 주파수 대역이 수십~수백Hz 정도로 낮아지면 지하 수 km까지의 지층단면을 조사하는 석유탐사 분야에 해당된다. 여기서 수 Hz 이하로 더 낮아지면 지진파의 범주에 속하며 지구의 내부구조를 밝히는데 이용된다. 이상의 내용을 음원의 주파수로 구분하여 음파특성을 해저탐사 방법에 적용하면 다음과 같이 정리할 수 있다 (Table 2).

음향측심에서, 천해용이라 함은 일반적으로 수심 200 m 이하를 뜻한다. 음파가 멀리까지 갈 필요가 없으므로 고주파를 이용한다. 그러나 심해용의 경우 수 천 m를 가야하므로 전달에너지의 감쇠량이 적은 저주파를 선택하게 된다. 지층탐사의 경우, 해저퇴적층을 투과해야 하므로 음향측심 보다는 주파수가 낮아야 한다. 그리고 심부가 목표인 경우 상대적으로 더 낮은 주파수 대역을 선택해야 한다 (그림 3). 그러나 해상력에 있어서 천부탐사에 비하여 좋지 않을 것이다 (그림 4). 측면주사음향탐사에 있어서도 광역에 비하여 협역에서 탐사범위가 짧으므로 고주파를 사용한다. 따라서 협역 일수록 해저의 정보는 더 상세히 파악된다.

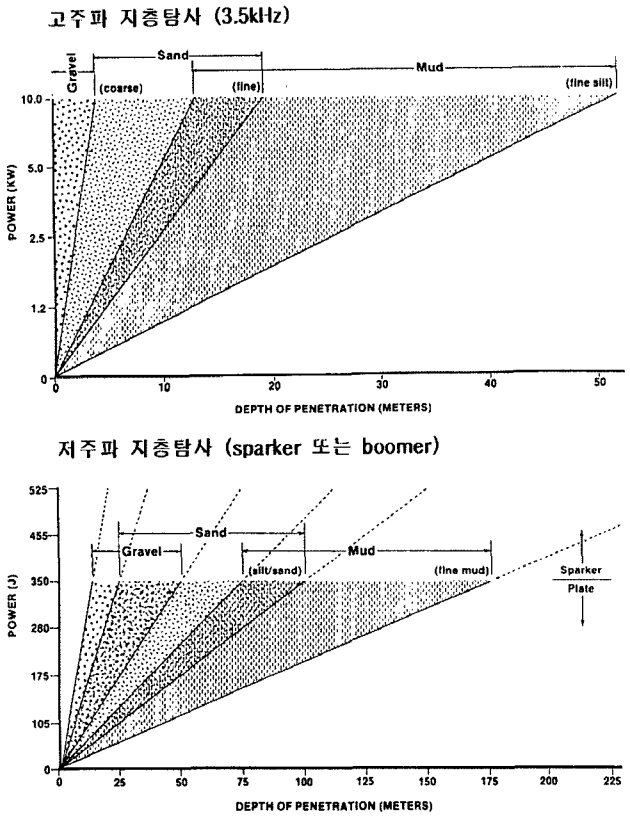


Fig. 3. Schimatic diagram of sub-bottom layer penetration and resolution comparison according to sound source frequency.

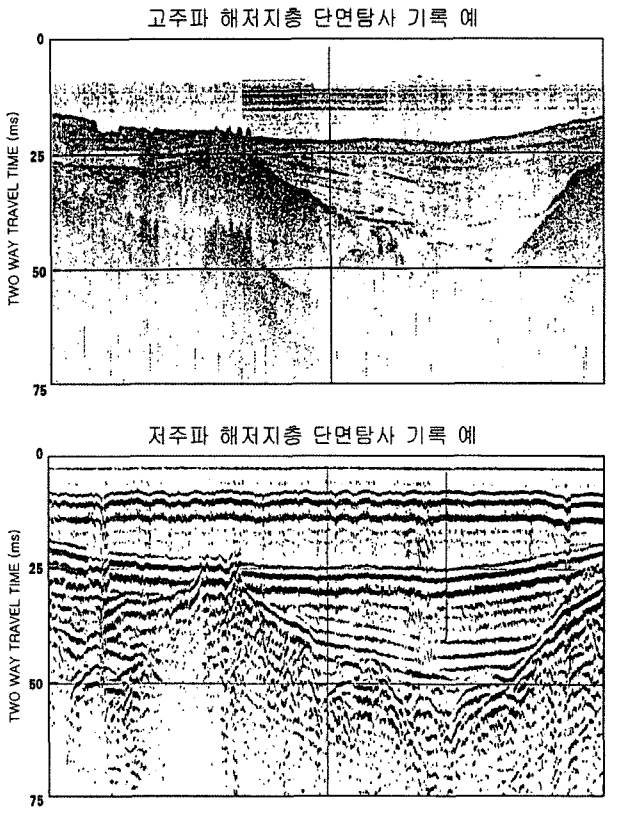


Fig. 4. Seismic Section profiles by using high and low frequency separately. Upper is high resolution and low penetration, but lower is reverse.

결 론

누구나 지구 내부의 깊은 층에 대한 지식이 어떻게 얻어졌는가 하는 의문을 가질 것이나, 대부분의 경우에는 간접적인 방법으로 구해진 정보이다. 즉 지구 (또는 매체)가 가지고 있는 성질을 물리적인 방법을 이용하여 그 특징을 밝혀내는 학문이 지구물리학이며 탐사 (또는 조사)에 이 학문을 적용할 경우 물리탐사의 영역으로 구분하고 있다. 특히 해양에서는 음파를 이용하는 방법이 보편화되어 있으며, 그밖에 최근에는 인공위성을 이용하는 분야 (주로 광파)도 급속히 발전되어 왔다.

해양이 지구 표면적의 70%을 차지하고 있지만 우리의 활동무대는 여전히 육지에 국한되어 있다. 해양을 충분히 이해하지 못하고 있기 때문에, 바다에 대한 궁금증을 해결하기 위하여 여러 가지 탐사방법이 끊임없이 개발되어 왔다. 특히 물이 가지고 있는 특수한 성질 때문에 음파를 이용하는 기술분야가 해저탐사에서 핵심적으로 적용되고 있다. 최근에는 IT 산업의 발전과 함께 전산시스템의 소형화, 고속화, 대용량화를 위한 기술개발이 빠른 속도로 진행되고 있으며, 해양분야에서는 수중통신기술과 내압기술 등의 분야가 빠르게 발전하고 있다. 이러한 영역들이 해저탐사기술에 접목되는 가까운 미래에는, 광파에 비해 상대적으로 해상력이 절대 부족한 음파을 보완하는 대책의 한 방법으로 광파와 음파를 결합한 형태의 장비개발과 탐사기술이 실용화될 것으로 기대하고 있다.

사 사

이 연구는 동아사이언스와 한국과학문화재단이 공동으로 주관하는 과학기술홍보대사 (앰배서더) 초청강연과 제38회 과학의 날 전문가 초청강연 그리고 대한지구물리학회 추계단기강좌에서 발표되었던 내용의 일부를 재정리하여 보완한 자료입니다. 강연행사를 주관해 주신 관계기관과 담당자께 심심한 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

강효진 외, 2002, 해양학, 시그마프레스, 537p.

김성렬, 2005, 과학자들은 지구를 어떻게 연구할까?, 과학기술홍보대사(앰배서더) 초청강연, 웹싸이트 등록자료, 동아사이언스 · 한국과학문화재단.

김성렬, 2005, 해양자원과 해저탐사의 원리, 과학의 날 특강 전문가초청 강연자료집, 서울특별시 과학전시관, 1-15.

김성렬, 2005, Side Scan Sonar 실무이론과 자료처리 -현장조사에서 Mosaic Mapping까지-, 단기강좌자료집, 대한지구물리학회, 97p.

이창석, 2004, 재미있는 전파 이야기, 레이더로 땅속까지 훤히 본다, 중앙일보, 제12423호, 2004년 12월 16일자, 22면.

(2006. 5. 20. 원고 접수)
(2006. 10. 21. 수정본 채택)