

단보(Short Note)

지오빗(Geobit)-새로운 탄성파자료 전산처리 무른모

Geobit-New Seismic Data Processing Software

오진용(Jinyong Oh) 서상용(Sang-Yong Suh)

서 론

탄성파를 이용한 지하 지질구조 탐사는 가장 널리 사용된 지구물리 탐사 방법으로서, 특히 석유자원 개발에는 필수적인 수단으로 알려져 있다. 특히, 다채널(multi-channel) 탄성반사법 탐사 (seismic reflection survey; 이하 탄성파 탐사)는 아직까지도 중심 역할을 담당하고 있다. 그 이유는 탄성파 야외자료로부터 중합단면도(stack section)의 제작이라는 심부 지층의 영상화를 통한 지질 구조의 해석은 어떠한 현존의 물리탐사 방법보다 신뢰도가 높기 때문이다. 또한, 이에 근거한 시추 위치 선정은 1930년대 처음으로 적용된 이후부터 석유 및 가스 탐사의 기본을 이루고 있다(Sheriff and Geldart, 1986). 탄성파 탐사는 진행 절차에 의거하여 볼때 크게 자료획득, 자료처리, 그리고 자료해석의 세 분야에 걸쳐서 이루어진다. 일반적으로 탄성파 자료의 획득은 육상 또는 해상에서 발생시킨 인공 지진이 지하로 전파하는 과정 중 마주치는 지층 경계면에서 반사된 지진 에너지를 지상에서 탐지하여 표준화된 양식으로 디지털 녹음(digital recording)을 하는 작업이다. 이렇게 기록된 탄성파 야외자료는 컴퓨터 전산처리에 의한 자료처리 단계를 거쳐 지하 지층 단면도에 대응하는 탄성파 중합단면도로 전환된다. 최종 단계로서 도면에 그려진 지층의 층서와 지질 구조는 해석자에 의해 독창적으로 설명되어진다.

현재 탄성파 탐사기술 수준은 전세계적으로 3차원 지질구조의 영상화가 보편화되어 있으며, 또한 상기한 세 분야의 영역이 점차로 통합되는 경향을 보이고 있다. 한편, 약 30여 년의 역사를 가지고 있는 우리나라에서의 탄성파 탐사활동의 대부분은 대륙붕 석유자원 탐사와 관련되어 실시되었다. 그러나, 그 동안의 국내 인력에 의한 대륙붕 탐사활동은 주로 중합단면도 및 시추 자료를 해석하는 탄성파 자료해석 분야에만 편중되어 이루어졌다. 결과적으로 국내 기술진에 의한 탄성파 자료획득과 자료처리 분야의 성과는 상당히 뒤떨어져 있는 실정이다.

본 논문은 최근 한국자원연구소에 의해 완성된 국내 고유의 탄성파 자료처리 무른모(software)인 "지오빗(Geobit)"을 소개하는데 그 목적이 있다. 이를 위해, 먼저 지금까지 국내의

탄성파 탐사활동을 중심으로 한 지오빗이 탄생하기까지의 과정을 살펴본다. 그리고, 완성된 지오빗의 주요특성과 기능 및 그 활용성을 밝히고자 한다.

지오빗의 탄생과정

우리 나라의 첫번째 탄성파 탐사는 1964년 한국자원연구소(당시 국립지질조사소)에 의한 포항부근에서의 8.8 line-km의 육상 탐사로서 석유 및 천연가스 탐사의 일원으로 제3기층의 충후를 알아내기 위한 실시되었다(김종수 외, 1967a). 1966년 같은 목적으로 울산-후포 사이의 근해 지역에서 실시한 807 km의 조사가 해상 탄성파 탐사의 출발점이며(김종수 외, 1967b), 순수한 한국 기술진에 의한 최초의 해상 탄성파 탐사는 1970년 서산 근해의 1,300 km의 탐사이다(구자학 외, 1971). 그러나, 이 당시의 탐사는 단일 채널의 아날로그(analog) 기록 방식에 의존하는 매우 초보적인 수준이었다. 다채널 수신기와 디지털 녹음방식을 이용한 본격적인 탄성파 탐사활동은 1970년에 선언된 국내 대륙붕 광구에 대한 해저 석유자원 탐사의 역사와 맞물려 있다. 초창기 다채널 탄성파 탐사의 대부분은 외국기술에 의존하였으며, 1980년대에 이르러서야 주요 관련 기술의 자립화가 시도되었다(구자학 외, 1983). 현재에도 심부 탄성파 자료획득의 대부분은 외국 석유회사에 의해 직접 또는 간접적으로 이루어지고 있다.

국내 대륙붕의 석유탐사 자료의 전산처리는 1983년에 한국 자원연구소(당시 한국동력자원연구소)가 연구용 소형 전산처리 컴퓨터를 도입함으로써 본격화되었다(Table 1). 그후, Table 1에서 제시된 것처럼 국내 여러 기관에 의해 서로 다른 기종의 컴퓨터와 그에 적합한 자료처리 무른모가 도입되어 국내 대륙붕 탄성파 야외자료들을 처리하였다. 대체로 지금까지의 탄성파 자료처리에 대한 국내 연구방향은 외국산 전산처리 시스템을 이용한 국내 대륙붕 지역의 탄성파 지층단면도를 작성하면서, 몇몇 특수공정을 위한 세부 응용기술의 개발에 치중하였다(예: Suh and Lee, 1985). 한편, 외국에서의 탄성파 전산처리 기술은 석유회사를 중심으로 보다 세밀한 지하구조의 영상에 대한 고객들의 주문으로 급속한 진전을 이루었다. 결과적으로, 탐사자료의 양은 점차로 방대해졌고, 아울러 보다 빠르고 용량이 큰 컴퓨터가 출현하여 이론으로만 소개됐던 고도의 탄성파 자료

*한국자원연구소 석유 해저자원연구부(Petroleum and Marine Resources Division, Korea Institute of Geology, Mining and Materials, Taejon, 350-305, Korea)

처리 기술을 실용화하였다. 이러한 세계적인 추세에 부응하기 위해서 국내에서도 용량이 큰 컴퓨터와 이에 적합한 새로운 또는 수정된 탄성과 자료처리 무른모를 도입하는 현상을 되풀이하였다(Table 1).

따라서, 이와 같은 기술 종속적인 현상을 탈피하기 위하여 국내 자체의 탄성과 자료처리 무른모의 확보가 필요하다는 인식을 하게 되었으며, 마침내 “지오빗”이라는 국내의 고유의 탄성과 자료처리 모델이 탄생하게 되었다. 지오빗은 국내 대륙붕 석유탐사 자립화를 위한 노력의 결정체로서 기존의 외국산 탄성과 자료처리 무른모들의 활용 경험을 바탕으로 서상용 외(1991)에 의해 전반적인 설계가 이루어졌다. 그 후, 한국자원연구소에서 계속적인 연구가 수행되어 최근에 지오빗의 기본적인 골격이 완성되어 일반에게 개방되었다.

지오빗의 특성

1950년대에 소개된 공심점 또는 공동중앙점(common-depth-point[CDP])을 근거로 한 반사와 탐사법은 현재까지도 가장 널리 사용되는 탄성과 자료취득 방법이다. 이를 위한 자료처리 기술은 컴퓨터의 성능 향상과 함께 눈부신 발전을 거듭하여 오늘날에는 탄성과 자료처리의 정점인 “3차원 중합전 심도구조보정(3-D prestack depth migration)”도 실용화 단계에 이르렀다(French, 1992). 그리고, 탄성과 자료의 전산처리 방식은 1980년대에 주류를 이룬 대용량 컴퓨터를 이용한 일괄처리 방식(batch processing)으로부터 워크스테이션(workstation)을 주축으로 한 대화식(interactive) 방법으로 전환되고 있는 경향이다. 그 이유는 많은 양의 입출력 자료에 대한 신속한 분석과 자료처리를 위한 상수(예를 들면, 중합속도합수) 등의 결정을 정확하게 할 수 있기 때문이다. 아울러 워크스테이션의 향상된 전산처리 속도가 과거의 일괄처리 방식에 의존한 대형 컴퓨터의 능력에 버금가기 때문이다.

이러한 추세에 맞추어 개발된 지오빗은 Table 1에서 밝힌 기존의 국내 보유 탄성과 전산처리 무른모들에 비해 몇 가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 지오빗은 대화식 방법을 도입하여 능률적인 자료처리를 가능케 하였다. 예를 들면, 재래식 속도

분석 과정에서 야기되었던 시간과 인력의 낭비를 막을 수 있을 뿐만 아니라, 불필요한 도면출력을 컴퓨터 화면의 검색을 통해 사전에 방지할 수 있다. 둘째, 지오빗은 컴퓨터 마른모(hardware)의 기종에 영향을 받지 않고 독립적으로 작동할 수 있도록 설계하였다. 오늘날 많은 기종의 컴퓨터에서는 운용체제로서 유닉스 시스템(UNIX system)을 채택하고 있으며, 또한 이를 기초로 한 많은 무른모들의 활용이 가능하므로 그 바탕이 되는 C언어를 사용하여 지오빗을 제작하였다. 따라서, 워크스테이션 및 슈퍼컴퓨터 더 나아가 개인용 컴퓨터에까지 지오빗의 운용이 가능하게 되었다. 현재 개발된 지오빗은 우선 워크스테이션에 먼저 접목시켰으며, 조만간 다른 환경에도 설치할 예정이다. 셋째, 자료처리를 위한 작업파일 작성시 사용자의 편의를 최대화하였다. 즉, 영문의 대소문자에 대한 제약성을 제거하였고, 비교적 자유로운 형식으로 작업파일을 작성하도록 설계하였다. 또한 컴퓨터 시스템 자체에 지오빗 사용자 안내서를 항목별로 저장시켜 언제나 대화식으로 쉽게 참조할 수 있게 하였다.

현재 지오빗에 이식된 탄성과 자료처리에 관련된 프로그램들의 명칭과 쓰임을 Table 2에 나타내었다. 이를 현재 널리 사용되고있는 상업용 시스템과 비교할 때 가용 프로그램의 수는 절대적으로 적지만, 표준처리 방식의 2차원 탄성과 자료처리는 가능하다고 판단된다. 지오빗을 위한 탄성과 자료의 입력장치로서 디스크 드라이브(disk drive)를 사용하며, 출력은 개인용 레이저 프린터(laser printer)를 이용할 수 있다. 따라서, 지오빗은 고품질과 대용량을 위한 탄성과 자료처리 용으로는 현재로서는 미흡하나, 교육용 및 연구목적에 위해서는 충분한 능력을 갖추고 있다고 여겨진다.

지오빗을 이용한 탄성과 자료처리

기본골격을 갖춘 지오빗의 성능을 시험하기 위해, 국내 대륙붕지역에서 1979년에 외국 석유회사에 의해 채취된 12.5 line-km의 다채널 탄성과 야외자료를 가지고 자료처리를 실시하였다. 이 시험 자료는 한국자원연구소의 광디스크(optical disk)에 보관되어 있는 국내 대륙붕 탄성과 탐사자료의 일부

Table 1. Seismic data processing software packages in Korea.

Software system (Manufacturer)	Associated hardware	Owner	Period	Remark
TEMPUS (Geosource, U.S.A.)	Raytheon RDS 500	KIGAM	1984~present	Reading the 21-track seismic field tapes
SierraSEIS (Sierra Geophysics, U.S.A.)	VAX8350 & Array processor	KIGAM	1989~present	2-D seismic data processing only
Geovecteur (CGG, France)	CRAY-2S	SERI	1990~1993	Requiring an updated version for the new CRAY system at SERI
Insight (Landmark, U.S.A.)	CONVEX C3410ES	PEDCO	1994~present	Capability of 3-D seismic data processing
Geobit (KIGAM)	Personal computer, Workstation & Supercomputer	KIGAM	1994~present	Currently, available on workstation

Where, KIGAM=Korea Institute of Geology, Mining and Materials, SERI=System Engineering Research Institute, PEDCO=Korea Petroleum Development Corporation, and CGG=Compagnie Générale de Géophysique.

Table 2. Seismic data processing modules of the current version of the Geobit.

Module Name	Usage
acorr	Autocorrelation of seismic data
agc	Automatic gain control
ascrd	Reading a file with an ASCII format
conv	Convolution of seismic data
cvs	Constant velocity stack
decon	Spike/predictive deconvolution
dskrd	Reading a disk file with a Geobit format
dskwrt	Writing a disk file with a Geobit format
filter	Space- and time- variant filtering
fxmig	Frequency-space domain migration
gain	Changing seismic amplitude
gmodel	Geometry modeling
gvdrd	Reading a disk file with a CRAY Geovecteur format
gvdwr	Writing a disk file with a CRAY Geovecteur format
hdlist	Listing trace header values
hdset	Modification of trace header values
if	Controlling a trace flow
mute	Muting the trace amplitude
nmo	Normal moveout correction
pshift	Phase shifting of a seismic trace
resamp	Changing the sampling rate
return	Blocking trace flow to next module
segdrd	Reading SEG-D format data
segyrd	Reading SEG-Y format data
segywr	Writing SEG-Y format data
six	Seismic impedance transform
sort	Sorting the seismic traces
sphdiv	Spherical divergence correction
splot	Plotting an seismic section
stack	Horizontal trace stacking
t2d	Time to depth conversion
trdump	Trace dump
trdup	Duplication of seismic traces
van	Velocity analysis
vel	Defining a velocity function
vlist	Listing the velocities at some locations
vstk	Velocity stack for velocity analysis
xtl	Defining a distance-time library

이며, 지오빗을 장착한 컴퓨터는 한국자원연구소의 SUN SPARC4-330과 SPARC1 워크스테이션이었다.

준비 작업인 탄성파 야외자료 복사와 디멀티플렉싱(demultiplexing)은 한국자원연구소의 VAX 컴퓨터를 이용하였다(Table 2). 중합단면도 작성을 위해 Geobit를 이용한 자료처리 순서는 공심점 분류(CDP sorting), 구형발산보정(spherical divergence correction), 디콘(deconvolution), 속도분석, 동보정(normal moveout correction), 뮤트(mute), 그리고 중합이다. 최종 출력을 위해 트레이스 조합(trace mixing), 시변 필터링(time-variant filtering)과 진폭 조절(amplitude scaling)을 적용하였다.

대체로 지오빗에 의한 탄성파자리의 자료처리 결과는 매우 우수한 것으로 생각된다. 이러한 판단의 근거는 동 자료에 대해 과거에 국내와 국외에서 상업용 탄성파 전산처리 시스템을 이용하여 실시한 처리결과와 거의 일치하기 때문이다. 물론 과

거의 탄성파 중합단면도가 대형 출력용지에 복사된 자료로서만 남아 있는 관계로 절대적인 비교는 어렵다. 그렇지만, 중합단면도의 작성을 위해 적용했던 전산처리 기술이 본 연구의 것과 대동소이하다는 점을 볼 때, 지오빗의 탄성파 자료처리 능력은 의문의 여지가 없다고 여겨진다.

토의 및 결론

현재의 지오빗과 관련한 당면과제는 탄성파 자료의 원활한 입출력을 위하여 테이프 드라이브(tape drive) 등이 연결된 완벽한 시스템의 구축이다. 이와 같은 기술적인 문제는 가까운 시일 내에 쉽게 실현 가능하리라 여겨진다. 보다 근본적인 과제는 지오빗의 자료처리 능력 향상을 위한 진보된 탄성파 자료처리 기술의 이식이다. 예를 들면, 경사보정(dip moveout)을 비롯한 다양한 구조보정(migration) 기술과 경사필터링(dip or f-k filtering)등 현재 외국에서는 이미 일반화된 탄성파 자료처리 기법 등이다. 그러나, 이러한 문제의 해결은 어느 개인 혹은 단체의 노력만으로는 상당한 시간이 요구되리라 생각한다.

따라서, 한국자원연구소는 지오빗의 질적인 향상이 국내의 관심 있는 대학 및 연구기관 모두의 공동 노력으로 단기간 내에 성사시킬 수 있다고 판단하여 지오빗을 일반에게 배포하고 있다. 즉, 그들의 연구 목적을 위해 개발된 탄성파 자료처리와 관계된 프로그램들을 지오빗에 새로이 접목시켜 서로 공유할 수 있도록 하면 지오빗 활용의 파급 효과를 증폭시킬 수 있다고 본다. 이러한 과정을 거쳐서 지오빗의 능력은 향상되어질 수 있으며, 아울러 명실상부한 국내의 고유한 탄성파 자료처리 시스템으로 완성되리라 판단한다. 궁극적으로 지오빗을 선진국 수준의 자료처리 무른모로 발전시켜, 관련 학문의 연구에 도움이 되었으면 한다.

사 사

본 연구 목적을 위하여 지오빗 공개를 허락하여 주신 한국자원연구소에 감사드립니다.

참고문헌

- 구자학, 양승진, 김철민, 이원영, 전용진, 김용덕, 1971, 서산 근해 해상물리탐사 보고, 국립지질조사소 해양지질 조사연구보고, 2, 111-158.
- 구자학, 조동행, 서상용, 이상규, 박영수, 김정호, 이희일, 임무택, 박영훈, 손용오, 오재호, 1983, 대륙붕 석유자원 탐사기술 자립화 연구, 한국동력자원연구소, 308p.
- 김중수, 구자학, 김현준, 이한기, 장정진, 유공열, 김주태, 조규장, 김대규, 1967a, 포항-홍해지구 물리탐사 종합보고서, 국립지질조사소 물리탐사보고, 1(1), 5-60.
- 김중수, 조규장, 안은식, 양승진, 서정희, 1967b, 포항 일역 해상물리탐사 보고서, 국립지질조사소 물리탐사보고, 1(1), 61-84.
- 서상용, 정부홍, 1990, 대륙붕 제3광구 탄성파탐사 자기 테이프 표준화 연구, 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-89-(B)-32, 74p.
- 서상용, 정부홍, 서재영, 1991, 석유탐사자료 전산개발 연구, 한국자원연구소 조사보고서, 91-5A-2, 1-48.

French, W.S., 1992 Implication of parallel computation in seismic data processing, *The Leading Edge of Exploration*, 11(6), 22-25.
Sheriff, R.E. and Geldart, L.P., 1986, *Exploration seismology*, Volume 1: Cambridge University Press, New York, 253p.
Suh, S.Y. and Lee, M., 1985, Finite-difference migration by the

optimization of one-way equations, *Korea Institute of Energy and Resource Research Report*, 85-4, 61-96.

1994년 10월 20일 원고접수