



A
MÉRTÉKADÓ FÖLDRENGÉS
AKCELEROGRAM MEGHATÁROZÁSA

Wéber Zoltán - Tóth László

GeoRisk

Geophysical Research and Consulting Ltd.

*A mértékadó földrengés akcelerogram
meghatározása*

Készítette:

Wéber Zoltán

és

Tóth László

BUDAPEST 1996

Tartalom

1	Bevezetés	3
2	A kutatási feladat	3
3	Metodika	4
3.1	Akcelerogrammok feldolgozása	4
3.2	Sebesség regisztrátumok feldolgozása	5
4	A szeizmogrammok kiértékelése	6
5	Az eredmények összefoglalása	7
6	Irodalom	9
7	Függelék	11
7.1	Akcelerogrammok	11
7.2	Sebesség regisztrátumok	27

1 Bevezetés

Jelen beszámoló a Paksi Atomerőmű Rt., mint megbízó és a GeoRisk Kft., mint megbízott között B402F-4-10/96/k szerződés alapján létrejött “EGYSZERŰSÍTETT SZERZŐDÉS 5. oldal (1996. 07. 15.)” szerint előírt kutatási feladat eredményeit tartalmazza.

2 A kutatási feladat

Az Ove Arup 1995-ben készült tanulmánya megadja a Paksi Atomerőmű (PAE) telephelyére vonatkozó ún. *Uniform Hazard Response Spectrum*-ot (UHRS) és annak szabadfelszíni átvitelére jellemző ún. *Design Response Spectrum*-ot (DRS). Ezeket a spektrumokat nem egy, hanem elviekben minden frekvenciapontjukat más-más — méret, mechanizmus, epicentrális távolság, hipocentrum mélység, stb. szerint egymástól nagyban eltérő — földrengés határozza meg.

Annak érdekében, hogy megbecsülhessük a PAE telephelyén esetleg észlelhető földrengések átlagos jellemzőit, meg kellett vizsgálnunk, hogy az UHRS egyes jellemző frekvencia tartományát milyen típusú rengés determinálja. Olyan földrengés regisztrátumokat kellett kikeresnünk a hazai és nemzetközi adatbázisokból, amelyek jól illeszkednek az UHRS vagy a DRS valamely szakaszára. Az összegyűjtött adattömeg feldolgozásával meg kellett becsülnünk a PAE telephelyére jellemző mértékadó földrengés átlagos időlefordulását, az erős mozgás, a felfutási és lecsengési szakaszok átlagos időtartamát.

A továbbiakban részletesen beszámolunk mind az általunk követett kutatási metodikáról, mind a vizsgálatok eredményeiről.

3 Metodika

Vizsgálataink során számos szeizmogrammot feldolgoztunk, amelyek között gyorsulás regisztrátumok és sebesség regisztrátumok egyaránt előfordultak. Mivel az Ove Arup az UHRS-t és a DRS-t gyorsulásokra adta meg, a kétféle szeizmogrammot eltérő módon kellett feldolgoznunk. Az alábbiakban az általunk követett metodikát ismertetjük.

3.1 Akcelerogrammok feldolgozása

Gyorsulás regisztrátumokhoz a *Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University* strong-motion adatbázisát felhasználva jutottunk. A gyorsulásgrammok válogatása során csak olyan regisztrátumokat ill. földrengéseket vettünk figyelembe, amelyek fő paraméterei jól közelítik a hazai észlelések jellemző paramétereit. Nevezetesen: csak a 20 km-nél kisebb fészekmélységű rengések 50 km-nél kisebb epicentrális távolságban készített regisztrátumait tekintettük mértékadónak. A rengések magnitúdójára is volt kikötésünk: csupán az $M=5.5$ – 6.5 erősségű eseményeket vettük figyelembe.

Az ily módon rendelkezésünkre álló számos szeizmogram közül azokat kellett kiválogatnunk, amelyeknek a Response Spectrum-a — kismérvű lineáris skálázás után — jól illeszkedik az UHRS valamely részéhez. A Response Spectrum (RS) kiszámításához saját fejlesztésű software-t használtunk.

Az ismertetett eljárással kiválogatott strong-motion gyorsulás regisztrátumokat és a belőlük számított Response Spectrum-okat az *1–16. ábrán* szemléltetjük. Az ábrák felső részén a skálázott szeizmogrammot mutatjuk be, míg az alsó részén az 5%-os csillapodás feltételezése mellett számított RS-t (vékony vonal) és a szintén 5%-os csillapodáshoz és 10000 éves ismétlődési időhöz tartozó UHRS-t (vastag vonal) láthatjuk. Az ábráról a szeizmogramokra jellemző epicentrális távolság és az alkalmazott skálafaktor is leolvasható.

3.2 Sebesség regisztrátumok feldolgozása

A PAE Mikroszeizmikus Megfigyelő Hálózata segítségével regisztrált hazai események lehetővé tették olyan szeizmogrammok gyűjtését is, amelyek Response Spectrum-át a DRS-el hasonlíthatjuk össze. Az a körülmény azonban, hogy a Hálózat műszerei a talajmozgás *sebességére* érzékenyek, és hogy a regisztrált lokális földrengések magnitúdója jóval kisebb, mint a DRS számítása során figyelembe vett legnagyobb lehetséges földrengések magnitúdója, az RS számítását megelőzően további adatfeldolgozási lépések szükségességét vonja maga után.

Az egyik ilyen lépés — a sebesség regisztrátumok átszámítása gyorsulásgrammokká — elvégzése nem igényel különösebb megfontoltságot.

A kis magnitúdójú ($M_L=2-3.5$) földrengések frekvencia-spektruma azonban jelentősen eltér az 5.5–6.5 magnitúdójú földrengések spektrumától: ez utóbbiak spektruma az alacsony frekvenciák felé tolódik el. Így a számított gyorsulásgrammok egyszerű lineáris skálázásán kívül, az RS meghatározását megelőzően, megfelelő frekvenciaszűrést is alkalmaznunk kell. Erre a célra az AKI és RICHARDS, 1980 által javasolt szűrőt alkalmaztuk:

$$S(f) = \frac{1}{(1 + f/f_0)^2},$$

ahol f_0 az un. sarokfrekvencia. Értéke $M = 6$ magnitúdójú földrengés esetén $f_0 = 0.1 \text{ Hz}$.

A fentiekben ismertetett módon feldolgozott szeizmogrammok közül azokat kellett kiválogatnunk, amelyeknek a Response Spectrum-a jól illeszkedik a DRS valamely részéhez. A Response Spectrum (RS) kiszámításához most is a saját fejlesztésű software-t használtuk. A számított RS és az UHRS összehasonlításától értelemszerűen el kellett tekintenünk, hiszen a Hálózat műszerei a felszínen helyezkednek el, és így a regisztrátumok az üledékes rétegösszlet hatását is tartalmazák.

A kiválogatott szeizmogrammokat és a belőlük számított Response Spectrum-okat a 17–19. ábrákon szemléltetjük. Az ábrák felső részén a skálázott és szűrt gyorsulásgrammot mutatjuk be, míg az alsó részábrákon az 5%-os csillapodás feltételezése mellett számított RS-t (vékony vonal) és a szintén 5%-os csillapodáshoz és 10000 éves ismétlődési időhöz tartozó DRS-t (vastag vonal) láthatjuk. Az ábrákról a szeizmogrammokra jellemző epicentrális távolság és az alkalmazott skálafaktor is leolvasható.

A vizsgálataink során felhasznált földrengések és regisztrátumaik pontos adatait a *Függelékben* foglaltuk össze.

4 A szeizmogrammok kiértékelése

Mielőtt a kiválogatott akcelerogrammokat a kutatási feladatban megadott szempontok szerint kiértékeljük volna, definiálnunk kellett az erős mozgás, a fel-futás, valamint a lecsengés időtartamának fogalmát. Munkánk során az alábbi definíciókat használtuk.

Az erős mozgás időtartama: Annak az időkapunak a hossza, amelyen belül a gyorsulásgram lokális szélsőértékei abszolútértékben meghaladnak egy előre meghatározott felső határértéket (BULLEN és BOLT, 1993). Számos szerző tett már kísérletet arra, hogy az intenzitás skála különböző fokozataihoz gyorsulásértékeket rendeljen. Ezek a becslések meglehetősen szórást mutatnak. A CSÁK et al., 1981 által közölt gyorsulásértékeket tanulmányozva arra a következtetésre jutottunk, hogy az intenzitás skála erős fokozatához rendelt 0.3 m/s^2 nagyságú gyorsulás olyan érték, amelyet a fenti definícióban szereplő határértékként is használhatunk.

Felfutási idő: Az első beérkezés és az erős mozgást tartalmazó időkapu kezdete között eltelt idő.

Lecsengési idő: Az erős mozgást tartalmazó időkapu vége és annak a szakasznak a kezdete között eltelt idő, ahol a gyorsulásértékek már alig változnak és közelítőleg a háttérzaj szintjével egyeznek meg. Mint láthatjuk, ennek a mennyiségnek a definíciója többé-kevésbé szubjektív, ezért meghatározása bizonyos fokú bizonytalanságot mindig tartalmaz.

A fenti mennyiségek akkor határozhatók meg a legkönnyebben, ha a méréseket a szeizmogrammok burkolóján végezzük el. A burkolót a Hilbert transzformált segítségével számítottuk (TANER et al., 1979). Az illusztráció kedvéért a 20. ábrán bemutatunk néhány burkolót.

A kérdéses időablakok határait a PITSA nevű programmal kerestük meg, amely lehetővé tette az idők mintavételi távolság szerinti pontossággal való meghatározását. A mérési eredményeket az 1. táblázat tartalmazza és a 21. ábra hisztogramjai szemléltetik.

5 Az eredmények összefoglalása

Az 1–19. ábrákon bemutatott szeizmogrammok is alátámasztják azt a korábbi állításunkat, miszerint az UHRS-t nem egy, hanem számos, karakterében lényegesen elütő földrengés határozza meg. Az ábrák puszta szemrevételezésével is megállapíthatjuk, hogy az UHRS-re ill. DRS-re egyébként jól illeszkedő földrengések jelentősen különböznek egymástól. Az 1. táblázatban közölt és a 21. ábrán szemléltetett eredményeink ezt a megállapítást kvantitatív módon is igazolják.

A felfutási idők eloszlását szemléltető hisztogram még mutat valamilyen határozottnak tűnő eloszlást, az erős mozgás és a lecsengés időtartamára kapott értékek azonban igen tág határok között mozognak. A lecsengési idő esetén ennek az is oka lehet, hogy — mint arra már korábban fel is hívtuk a figyelmet — meghatározásában nagy szerepe van a szubjektív ítéletnek. Az erős mozgás

1. Táblázat: A mérési eredmények. Az időértékek másodpercben értendők. Vonallal jelöltük, ahol a szeizmogram nem tette lehetővé valamelyik paraméter meghatározását.

ábra	felfutási idő	erős mozgás	lecsengési idő	mintavétel
1	1.12	2.36	7.02	0.01
2	0.68	1.64	—	0.02
3	1.56	14.7	11.5	0.02
4	1.86	8.14	18.64	0.02
5	1.47	10.23	9.18	0.01
6	1.44	3.79	11.4	0.01
7	1.5	6.83	7.07	0.01
8	1.11	7.22	7.5	0.01
9	4.38	7.04	13.32	0.02
10	3.4	18	—	0.02
11	3.2	19.02	15.4	0.02
12	4.34	16.4	19.2	0.02
13	3.06	12.92	16.44	0.02
14	—	18.34	—	0.02
15	1.04	13.2	16.4	0.02
16	2.8	2.88	6	0.01
17	2.4	9.47	18.9	0.008
18	—	16.8	18.24	0.008
19	5.6	12.8	—	0.008

időtartamával kapcsolatban azonban nem hivatkozhatunk ilyesmire, hiszen annak határait precízen definiáltuk és a rendelkezésre álló eszközök lehetővé tették ezen határok pontos kimérését is.

A vizsgálataink szempontjából talán legfontosabb paramétert, **az erős mozgások időtartamát ábrázoló hisztogram gyakorlatilag egyenletes eloszlást mutat, azaz az erős mozgások időbeli hossza a 2 és 20 másodperc közötti tartományban lényegében bármilyen értéket felvehet.**

A lecsengési idővel kapcsolatban sem tudunk ennél határozottabb következtetést levonni: **a lecsengés hossza 6 és 20 másodperc között ingadozik** és a hisztogram most sem utal semmilyen határozott eloszlásra.

Egyedül a felfutási időt ábrázoló hisztogram mutat olyan eloszlást, amely alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált szeizmogrammok túlnyomó többségén **a felfutási szakasz hossza 1 és 5 másodperc közé esik.**

6 Irodalom

Ove Arup & Partners Int., 1995: PHARE Programme VVER 440-213 Seismic Hazard Reevaluation Contract No 94-0600 Report

Aki K. and Richards, P. G., 1980: Quantitative Seismology — Theory and Methods; W. H. Freeman and Co., San Francisco

Bullen, K. E. and Bolt, B. A., 1993: An Introduction to the Theory of Seismology; Cambridge University Press

Csák, B., Hunyadi, F. and Vértes, Gy., 1981: Földrendések hatása az építményekre; Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Taner, M. T., Koehler, F. and Sheriff, R. E., 1979: Complex seismic trace analysis; Geophysics **44**, p. 1041–1063

Tóth L., Mónus P. and Zsíros T., 1996: Hungarian Earthquake Bulletin 1995;
GeoRisk Ltd., Budapest

Tóth L., Mónus P. and Zsíros T., 1996: A Paksi Atomerőmű Mikroszeizmikus
Megfigyelő Hálózata, Féléves jelentés, 1996. I. félév; GeoRisk Ltd., Bu-
dapest

7 Függelék

Az alábbiakban a vizsgálataink során felhasznált földrengések és regisztrátumaik pontos adatait foglaljuk össze.

7.1 Akcelerogrammok

A *Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University* strong-motion adatbázisából gyűjtött szeizmogrammok fejlécét az ábraszámzásnak megfelelő sorrendben, eredeti formában közöljük.

1. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1987 month=10 day= 1

TIME: hour|minute (24hr)=1442 second= 0.000 time code=UTC

LOCATION: latitude=34.06 longitude=-118.08 depth(km)=10.0

NAME: WHITTIER,CALIF. EARTHQUAKE OF OCTOBER 1, 1987

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.07 longitude=-118.15 elevation(m)=0.0

CODE: 24461

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance(km)= 6.6 azimuth(deg)=N99.7
SPECS: sampling rate (sec)=0.010
number of points= 2000
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N270 (HORIZONTAL)
COMMENT: POLARITY OF MOTION RELATIVE TO GROUND

2. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9
TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.600 time code=UTC
LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0
NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.335 longitude=-118.39667
elevation(m)=0.0
CODE: 279

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance(km)= 7.8 azimuth(deg)=N337.0
SPECS: sampling rate (sec)=0.020
number of points= 812
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N164 (HORIZONTAL)
COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

3. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1980 month= 5 day=25
TIME: hour|minute (24hr)=1633 second=44.8 time code=UTC
LOCATION: latitude=37.609 longitude=-118.847 depth(km)=9.0
NAME: MAMMOTH LAKES EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=37.641 longitude=-118.963 elevation(m)=0.0
CODE: 54301

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year=1980 month= 5 day=25
START TIME: hour|minute(24hr)=1200 second=16.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=10.8 azimuth(deg)=N109.1
SPECS: sampling rate (sec)=0.020
 number of points= 2219
 units=CM/SEC/SEC
 type of data=ACCELERATION
 data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N360 (HORIZONTAL)
COMMENT: POLARITY OF MOTION RELATIVE TO GROUND

4. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1980 month= 5 day=25
TIME: hour|minute (24hr)=1944 second=51.4 time code=UTC
LOCATION: latitude=37.561 longitude=-118.831 depth(km)=16.0
NAME: MAMMOTH LAKES EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=37.588 longitude=-118.705 elevation(m)=0.0
CODE: 54214

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=12.7 azimuth (deg)=N13.3
SPECS: sampling rate (sec)=0.010
number of points= 2684
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N140 (HORIZONTAL)
COMMENT: DIRECTION OF MOTION RELATIVE TO GROUND

6. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1979 month= 8 day= 6
TIME: hour|minute (24hr)=1705 second=22.300 time code=UTC
LOCATION: latitude=37.102 longitude=-121.5033 depth(km)=9.6
NAME: COYOTE LAKE, CALIF. EARTHQUAKE OF AUGUST 6, 1979

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=36.982 longitude=-121.556 elevation(m)=0.0
CODE: 1409G

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=14.1 azimuth (deg)=N19.4
SPECS: sampling rate (sec)=0.010
number of points= 2686
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N140 (HORIZONTAL)
COMMENT: DIRECTION OF MOTION RELATIVE TO GROUND

7. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1979 month= 8 day= 6
TIME: hour|minute (24hr)=1705 second=22.3 time code=UTC
LOCATION: latitude=37.102 longitude=-121.5033 depth(km)=9.6
NAME: COYOTE LAKE, CALIF. EARTHQUAKE OF AUGUST 6, 1979

SITE PARAMETERS:

LOCATION:latitude=36.973 longitude=-121.572 elevation(m)=0.0
CODE: 1408G

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance(km)=15.6 azimuth(deg)=N 23.1
SPECS: sampling rate (sec)=0.010
 number of points= 2683
 units=CM/SEC/SEC
 type of data=ACCELERATION
 data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N320 (HORIZONTAL)
COMMENT: DIRECTION OF MOTION RELATIVE TO GROUND

8. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1987 month=10 day= 1
TIME: hour|minute (24hr)=1442 second= 0.0 time code=UTC
LOCATION: latitude=34.06 longitude=-118.08 depth(km)=10.0
NAME: WHITTIER,CALIF. EARTHQUAKE OF OCTOBER 1, 1987

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=33.924 longitude=-118.167 elevation(m)=0.0
CODE: 14368

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 17.1 azimuth(deg)=N28.0
SPECS: sampling rate (sec)=0.010
number of points= 2001
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N270 (HORIZONTAL)
COMMENT: POLARITY OF MOTION RELATIVE TO GROUND

9. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1966 month= 6 day=28
TIME: hour|minute (24hr)=0426 second=16.3 time code=UTC
LOCATION: latitude= 35.88 longitude=-120.42 depth(km)=16.0
NAME: PARKFIELD, CALIFORNIA EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=35.7 longitude=-120.32833 elevation(m)=0.0
CODE: 014

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=21.6 azimuth(deg)=N337.5
SPECS: sampling rate (sec)=0.020
number of points= 2197
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N355 (HORIZONTAL)
COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

10. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9
TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.6 time code=UTC
LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0
NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.15222 longitude=-118.45528
elevation(m)=0.0
CODE: 253

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0

START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 27.6 azimuth(deg)=N4.8

SPECS: sampling rate (sec)=0.020

number of points= 1826

units=CM/SEC/SEC

type of data=ACCELERATION

data format=10F8.2 INTERPOLATED

COMPONENT OF MOTION: azimuth=N192 (HORIZONTAL)

COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

11. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9

TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.6 time code=UTC

LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0

NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION:latitude=34.10278 longitude=-118.33889

elevation(m)=0.0

CODE: 446

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0

START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 34.0 azimuth(deg)=N345.7

SPECS: sampling rate (sec)=0.020

number of points= 2113

units=CM/SEC/SEC

type of data=ACCELERATION

data format=10F8.2 INTERPOLATED

COMPONENT OF MOTION: azimuth=N180 (HORIZONTAL)

COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

12. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9

TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.6 time code=UTC

LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0

NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.09722 longitude=-118.32944

elevation(m)=0.0

CODE: 232

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=34.8 azimuth(deg)=N344.6
SPECS: sampling rate (sec)=0.020
number of points= 2250
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N90 (HORIZONTAL)
COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

13. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9
TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.6 time code=UTC
LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0
NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.07556 longitude=-118.38277
elevation(m)=0.0
CODE: 142

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0
START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC
EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 37.9 azimuth(deg)=N350.5
SPECS: sampling rate (sec)=0.020
number of points= 2156
units=CM/SEC/SEC
type of data=ACCELERATION
data format=10F8.2 INTERPOLATED
COMPONENT OF MOTION: azimuth=N8 (HORIZONTAL)
COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

15. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1971 month= 2 day= 9
TIME: hour|minute (24hr)=1400 second=40.6 time code=UTC
LOCATION: latitude=34.4 longitude=-118.43 depth(km)=9.0
NAME: SAN FERNANDO EARTHQUAKE

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.06333 longitude=-118.295
elevation(m)=0.0
CODE: 200

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0

START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 39.4 azimuth(deg)=N341.6

SPECS: sampling rate (sec)=0.020

number of points= 2969

units=CM/SEC/SEC

type of data=ACCELERATION

data format=10F8.2 INTERPOLATED

COMPONENT OF MOTION: azimuth=N90 (HORIZONTAL)

COMMENT: direction of motion. relative to instrum. not
ground

16. ábra szeizmogramja:

NCEER ASCII STRONG-MOTION DATA FORMAT

EVENT PARAMETERS:

DATE: year=1987 month=10 day= 1

TIME: hour|minute (24hr)=1442 second= 0.0 time code=UTC

LOCATION: latitude=34.06 longitude=-118.08 depth(km)=10.0

NAME: WHITTIER,CALIF. EARTHQUAKE OF OCTOBER 1, 1987

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=34.16 longitude=-118.534 elevation(m)=0.0

CODE: 24436

RECORD/TRACE PARAMETERS:

START DATE: year= 0 month= 0 day= 0

START TIME: hour|minute(24hr)=0000 second=0.0 time code=UTC

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)= 43.3 azimuth(deg)=N104.7

SPECS: sampling rate (sec)=0.010

number of points= 2000

units=CM/SEC/SEC

type of data=ACCELERATION

data format=10F8.2 INTERPOLATED

COMPONENT OF MOTION: azimuth=N90 (HORIZONTAL)

COMMENT: POLARITY OF MOTION RELATIVE TO GROUND

7.2 Sebesség regisztrátumok

A sebesség regisztrátumokat a PAE Mikroszeizmikus Megfigyelő Hálózata adatbázisából merítettük. Mindhárom felhasznált szeizmogram ugyanazt a földrengést mutatja, más-más epicentrális távolságból.

A földrengés adatai:

DATE: year=1996 month=3 day= 28

TIME: hour|minute (24hr)=0631 second=22.25 time code=UTC

LOCATION: latitude=46.913 longitude=19.254 depth(km)=13.7

NAME: KUNADACS EARTHQUAKE of 1996

A regisztrátumok adatai az ábrákon való megjelenésük sorrendjében:

17. ábra szeizmogramja:

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=47.0473 longitude=19.1609

elevation(m)=95.0

CODE: PKS7

RECORD/TRACE PARAMETERS:

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=16.6 azimuth(deg)=335

SPECS: sampling rate (sec)=0.008

type of data=VELOCITY

COMPONENT OF MOTION: 2nd HORIZONTAL

18. ábra szeizmogramja:

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=46.7869 longitude=19.0663 elevation
(m)=105.0

CODE: PKS3

RECORD/TRACE PARAMETERS:

EPICENTRAL DISTANCE: distance (km)=20.0 azimuth(deg)=226

SPECS: sampling rate (sec)=0.008

type of data=VELOCITY

COMPONENT OF MOTION: 2nd HORIZONTAL

19. ábra szeizmogramja:

SITE PARAMETERS:

LOCATION: latitude=46.492 longitude=19.2131
elevation(m)=106.0

CODE: PKS2

RECORD/TRACE PARAMETERS:

EPICENTRAL DISTANCE: distance(km)=46.9 azimuth(deg)=184

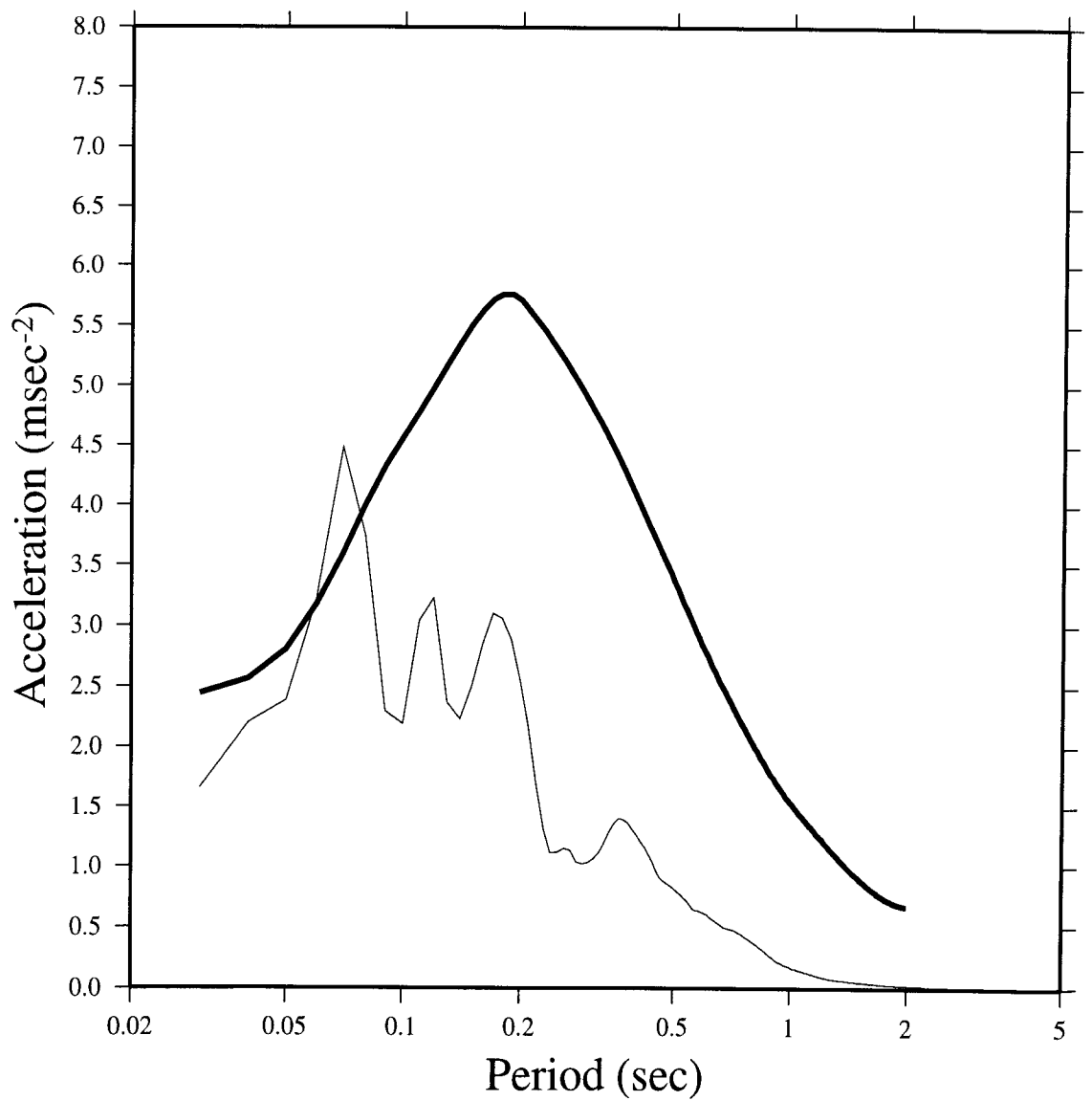
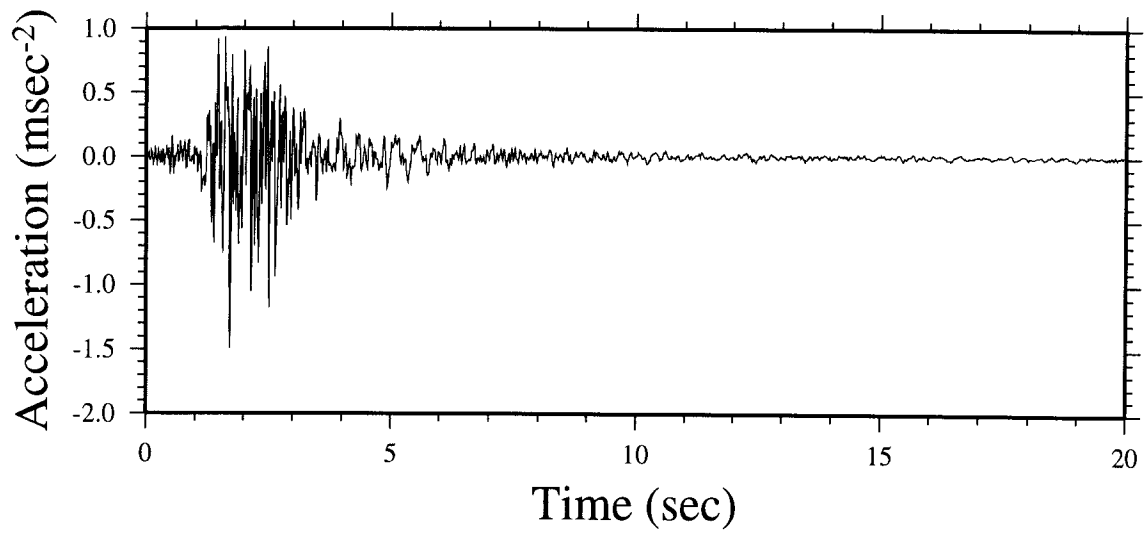
SPECS: sampling rate (sec)=0.008

type of data=VELOCITY

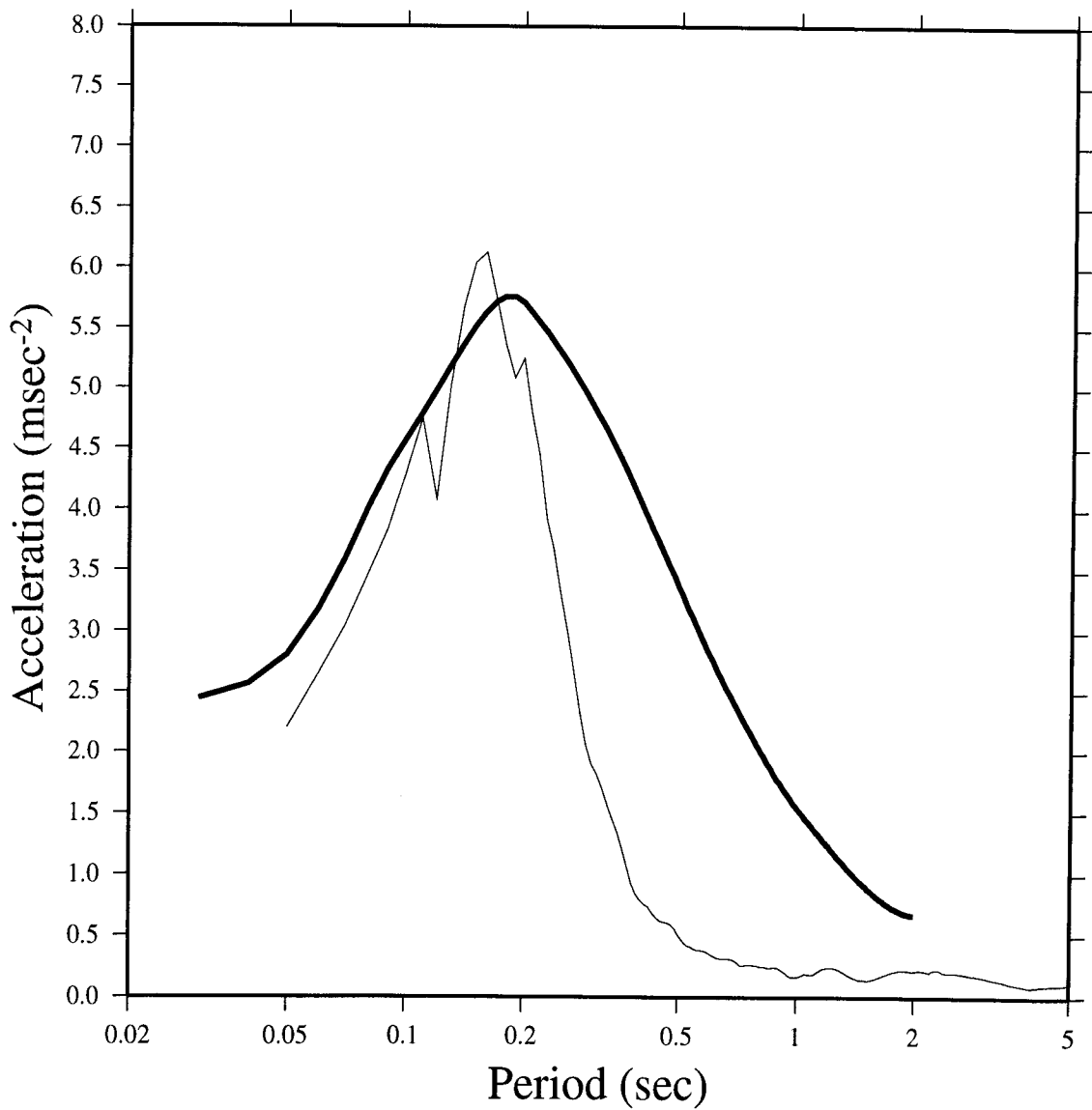
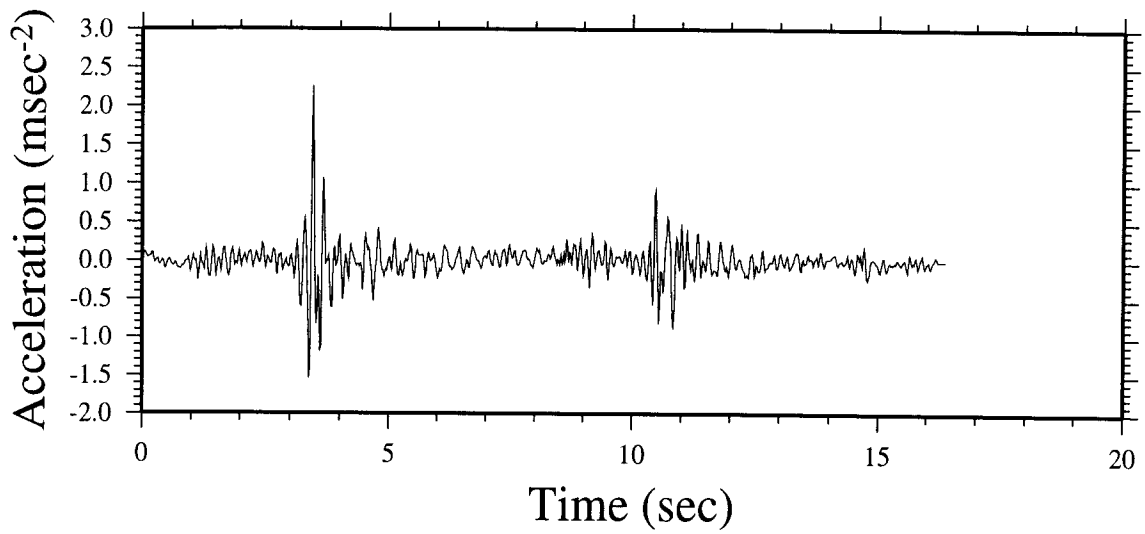
COMPONENT OF MOTION: 2nd HORIZONTAL

ÁBRÁK

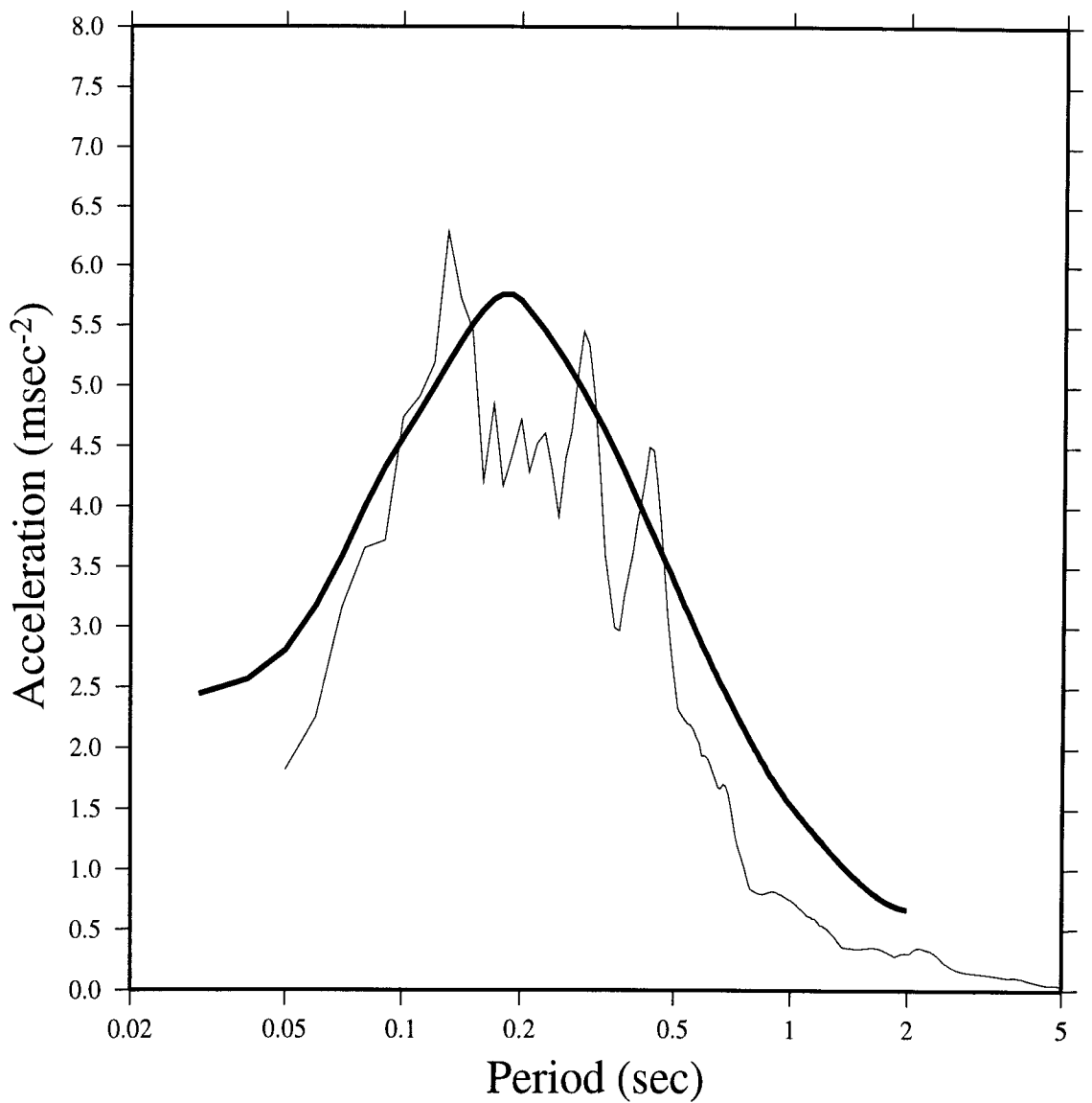
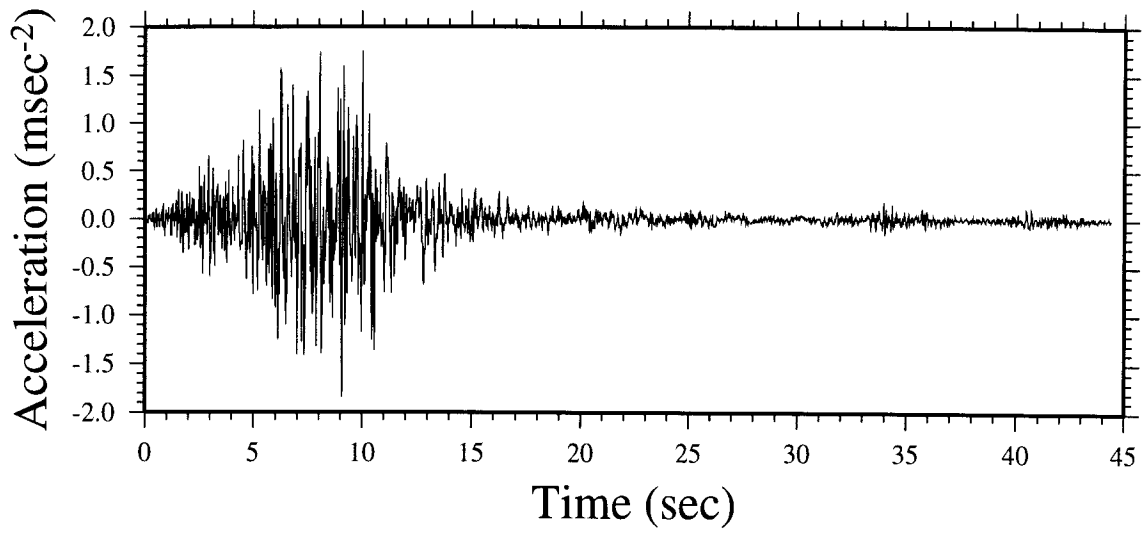
Scale=0.4 Distance=6.6 km



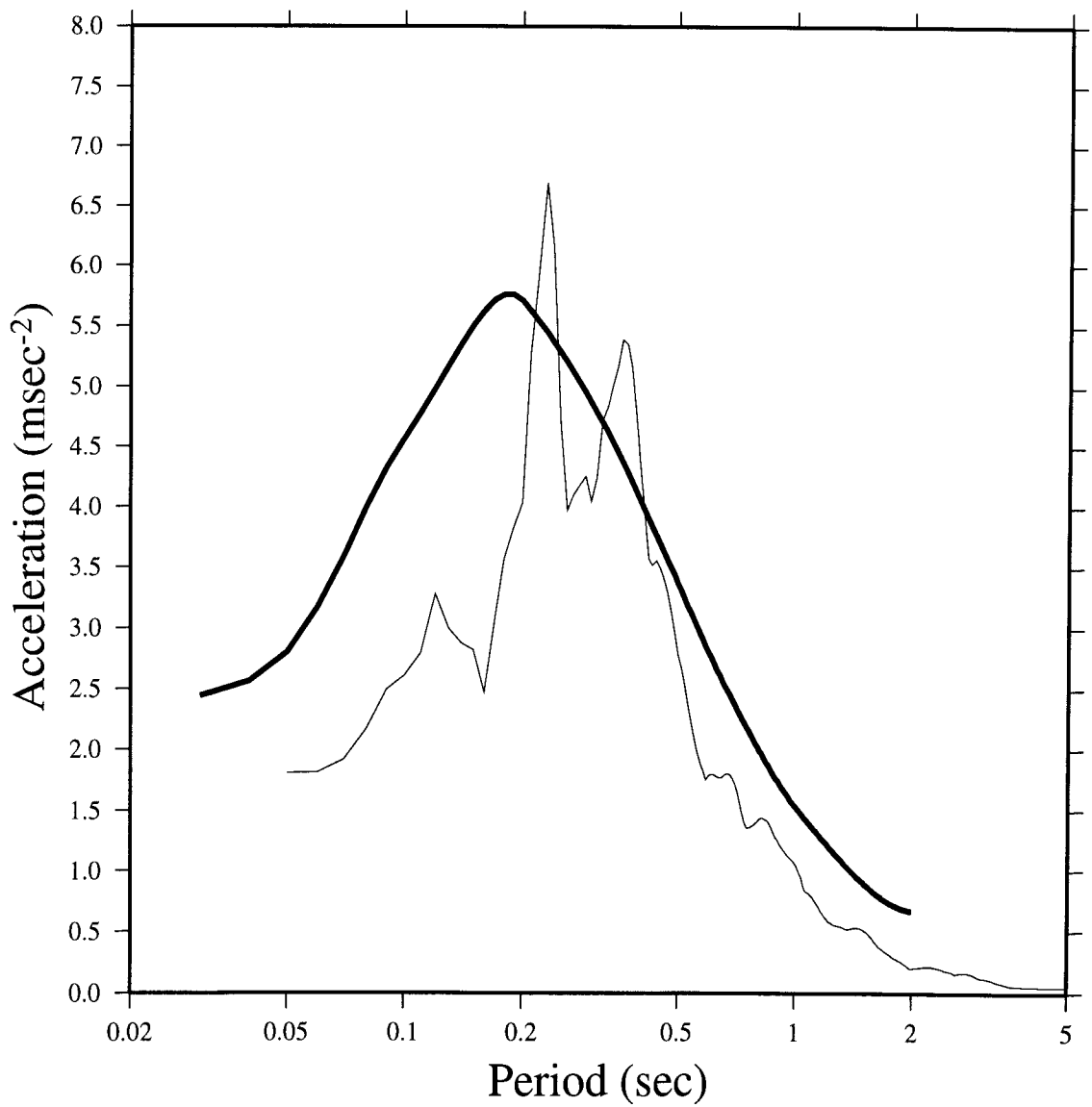
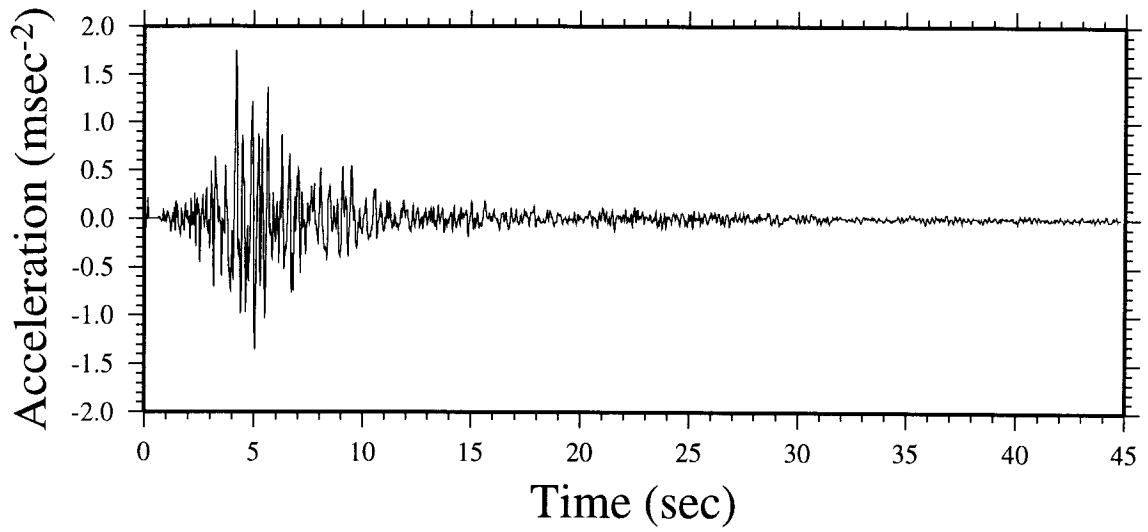
Scale=8.2 Distance=7.8 km



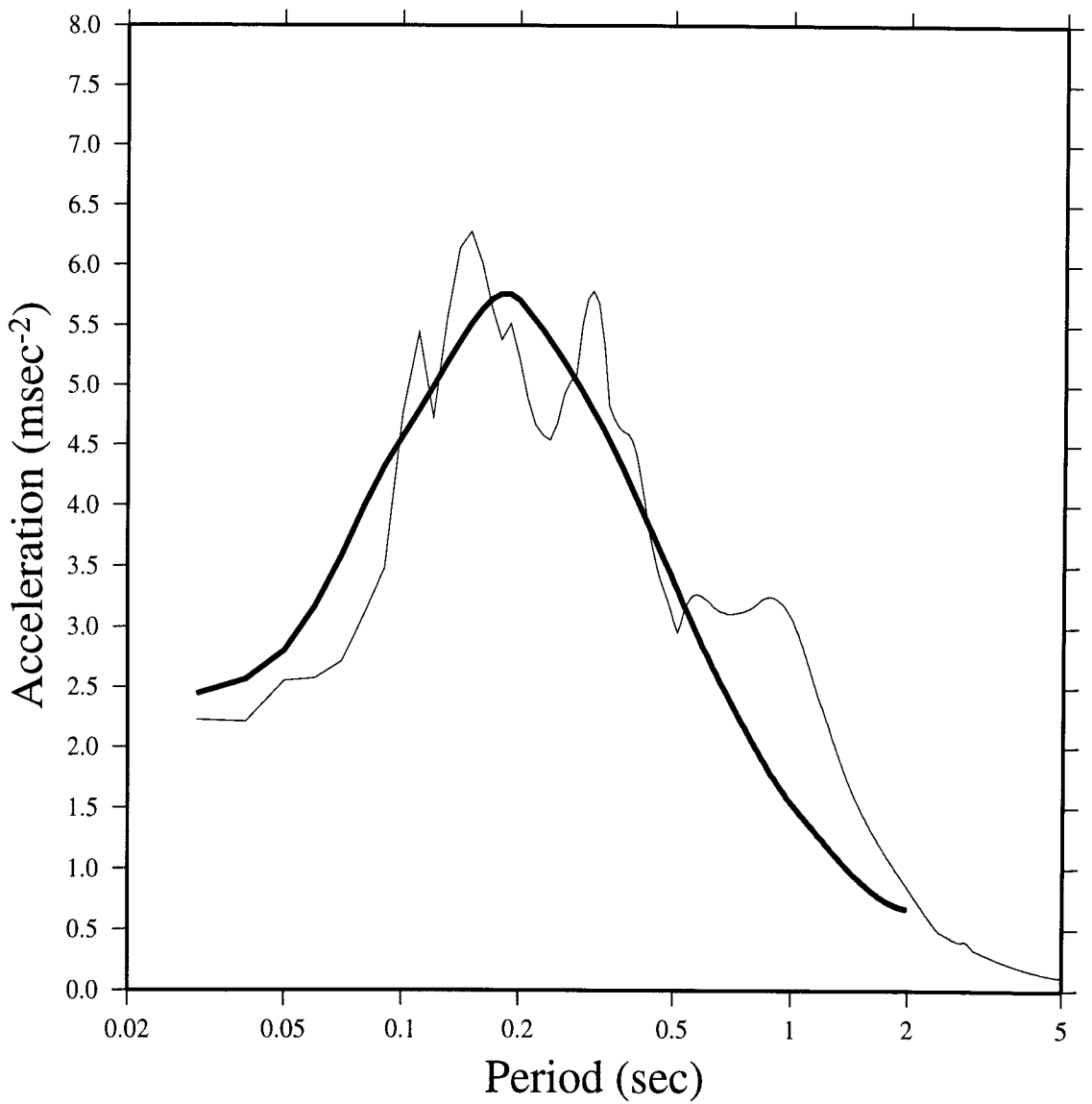
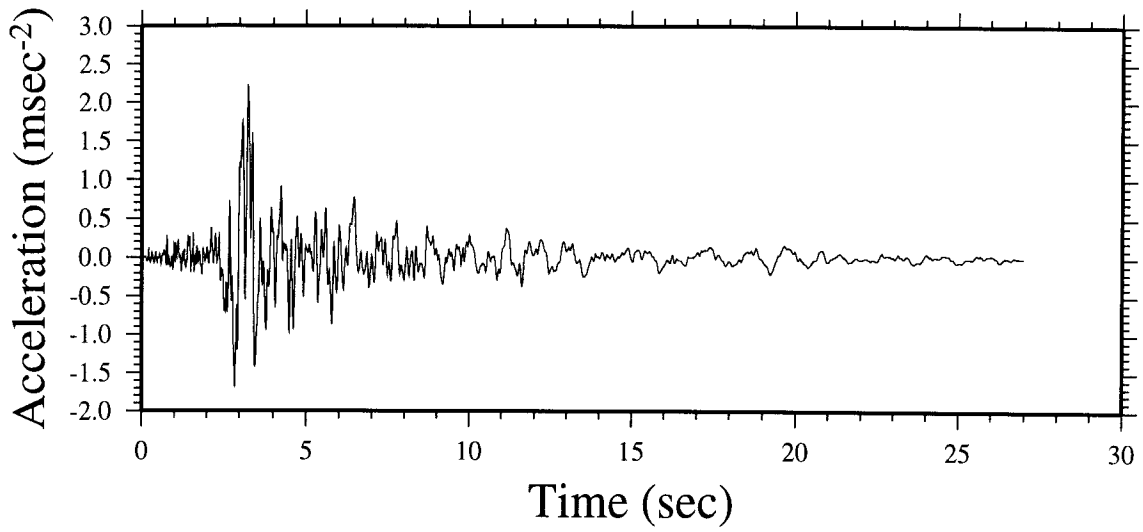
Scale=0.62 Distance=10.8 km



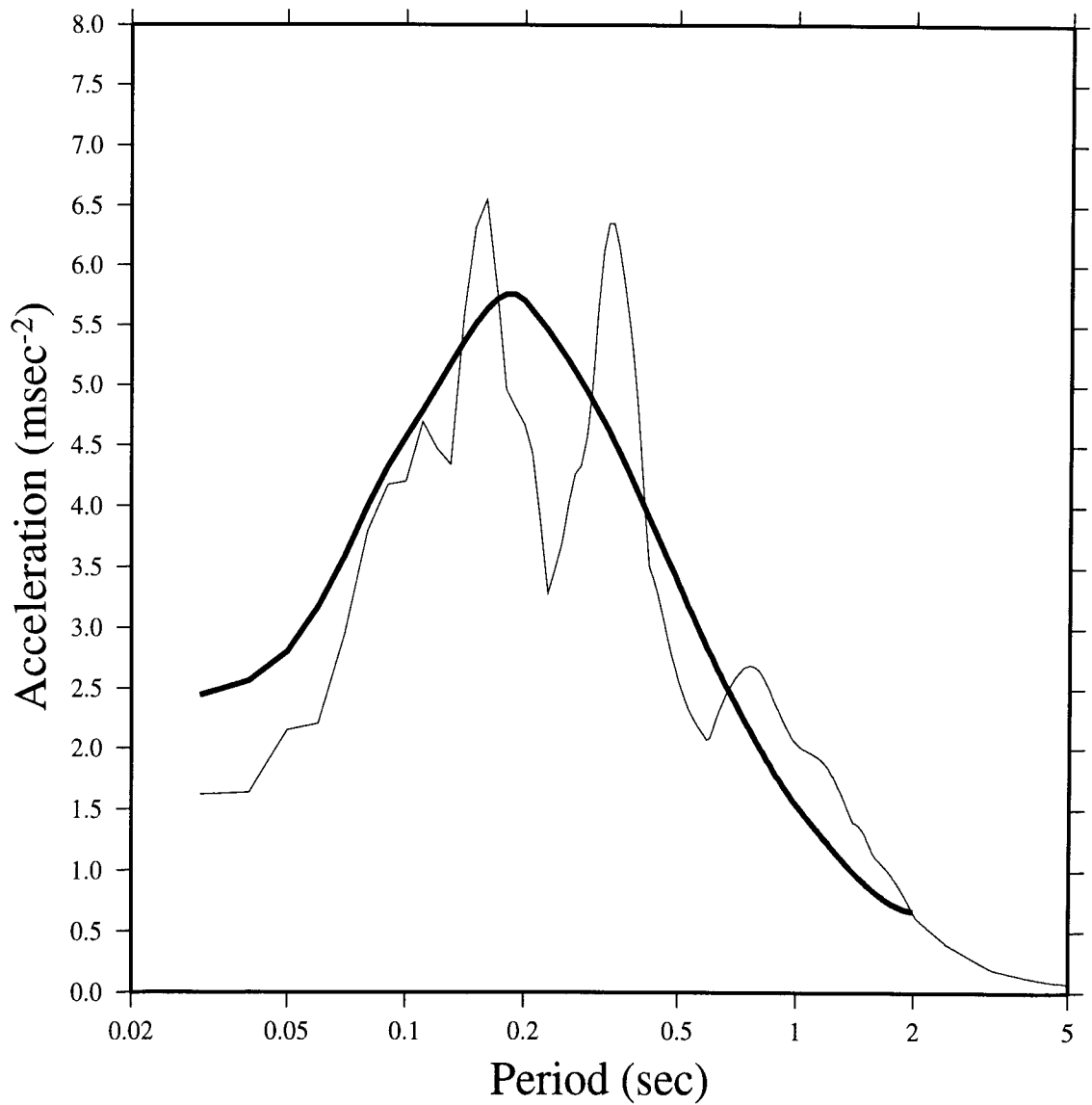
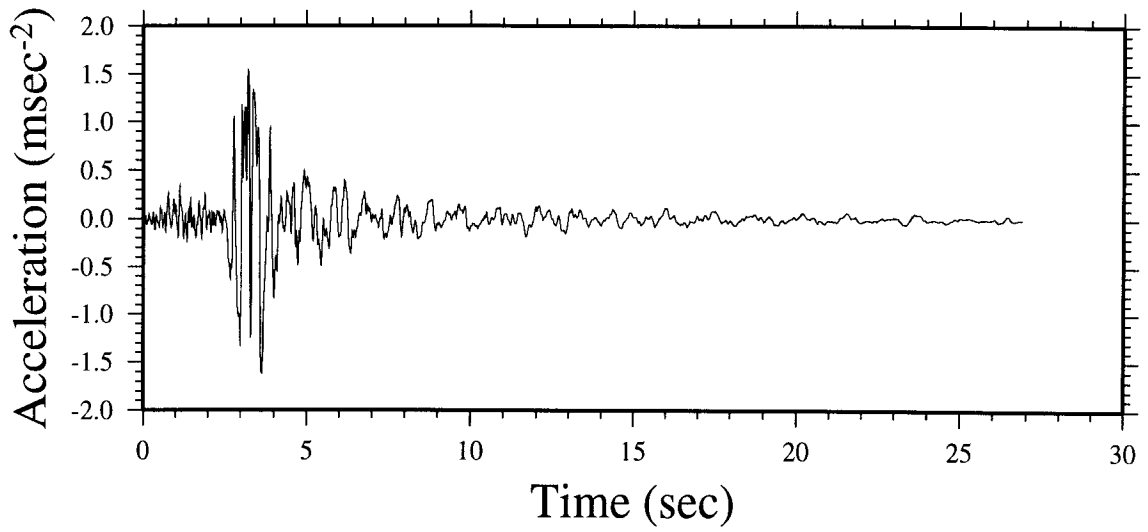
Scale=0.9 Distance=11.5 km



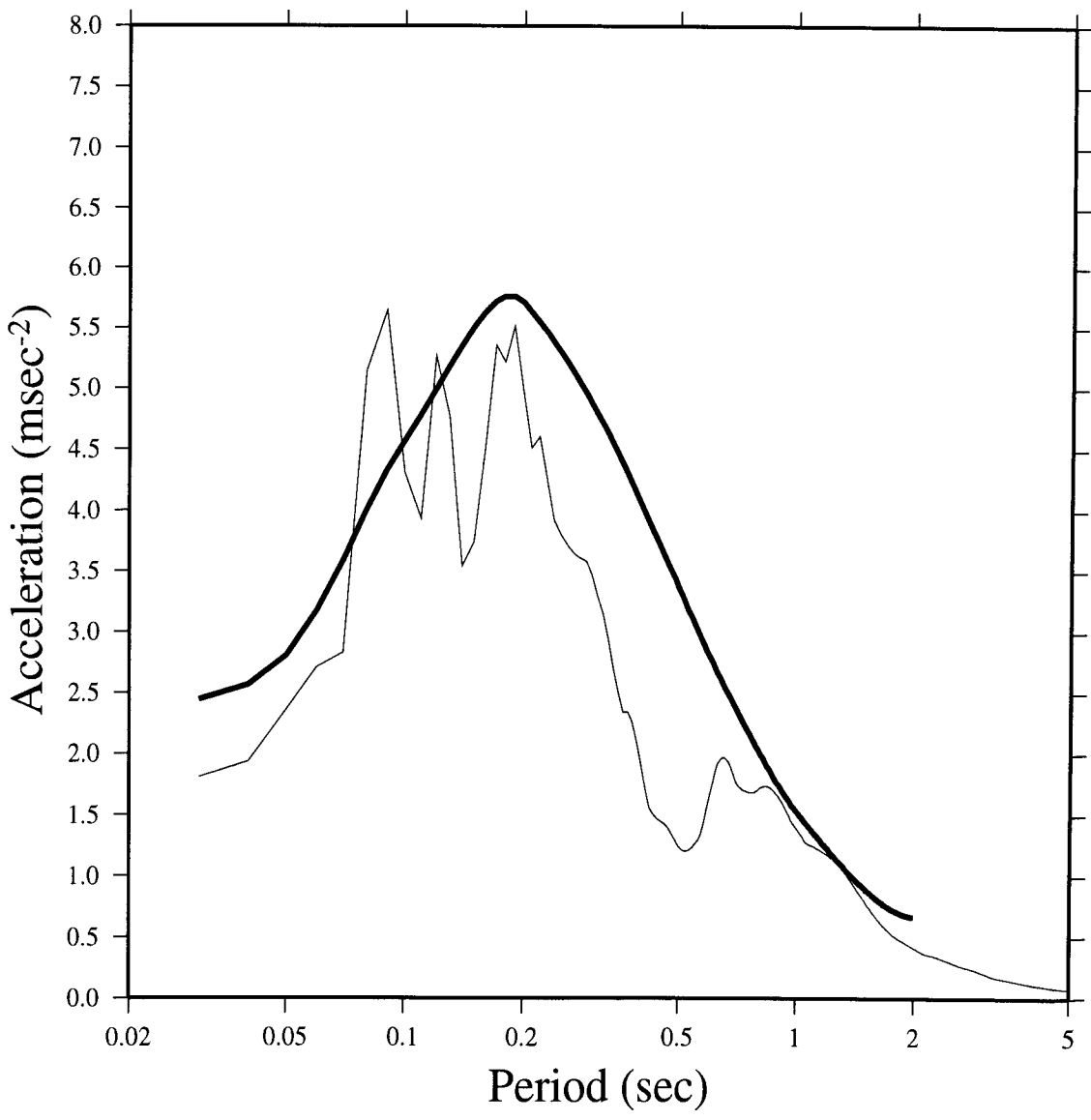
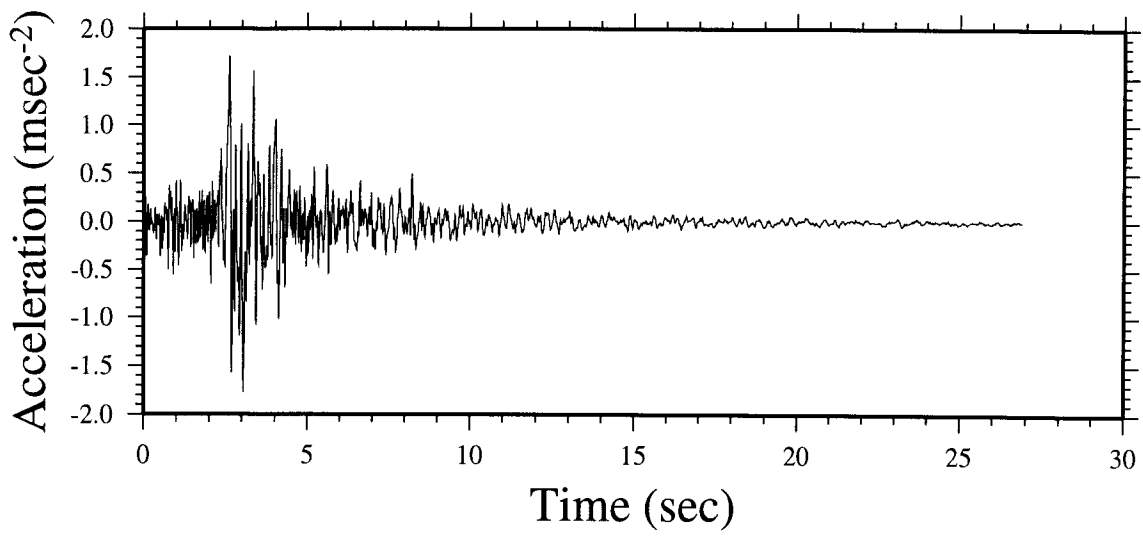
Scale=0.9 Distance=12.7 km



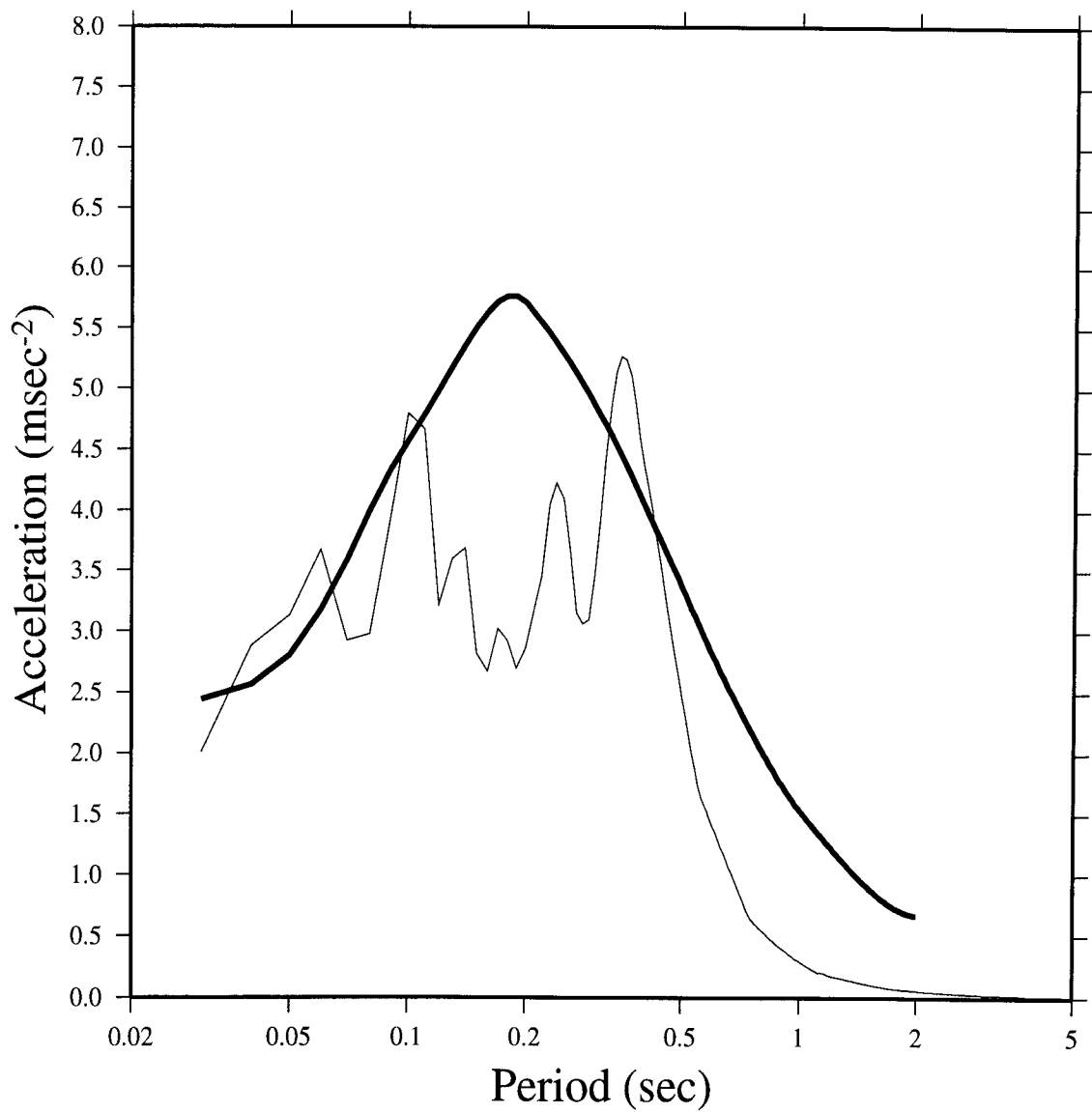
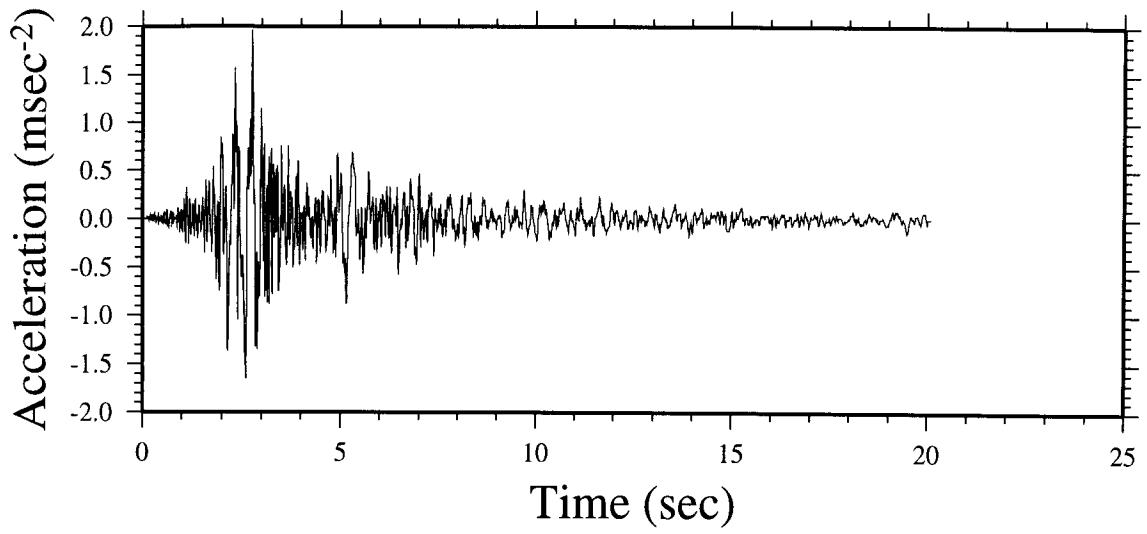
Scale=0.65 Distance=14.1 km



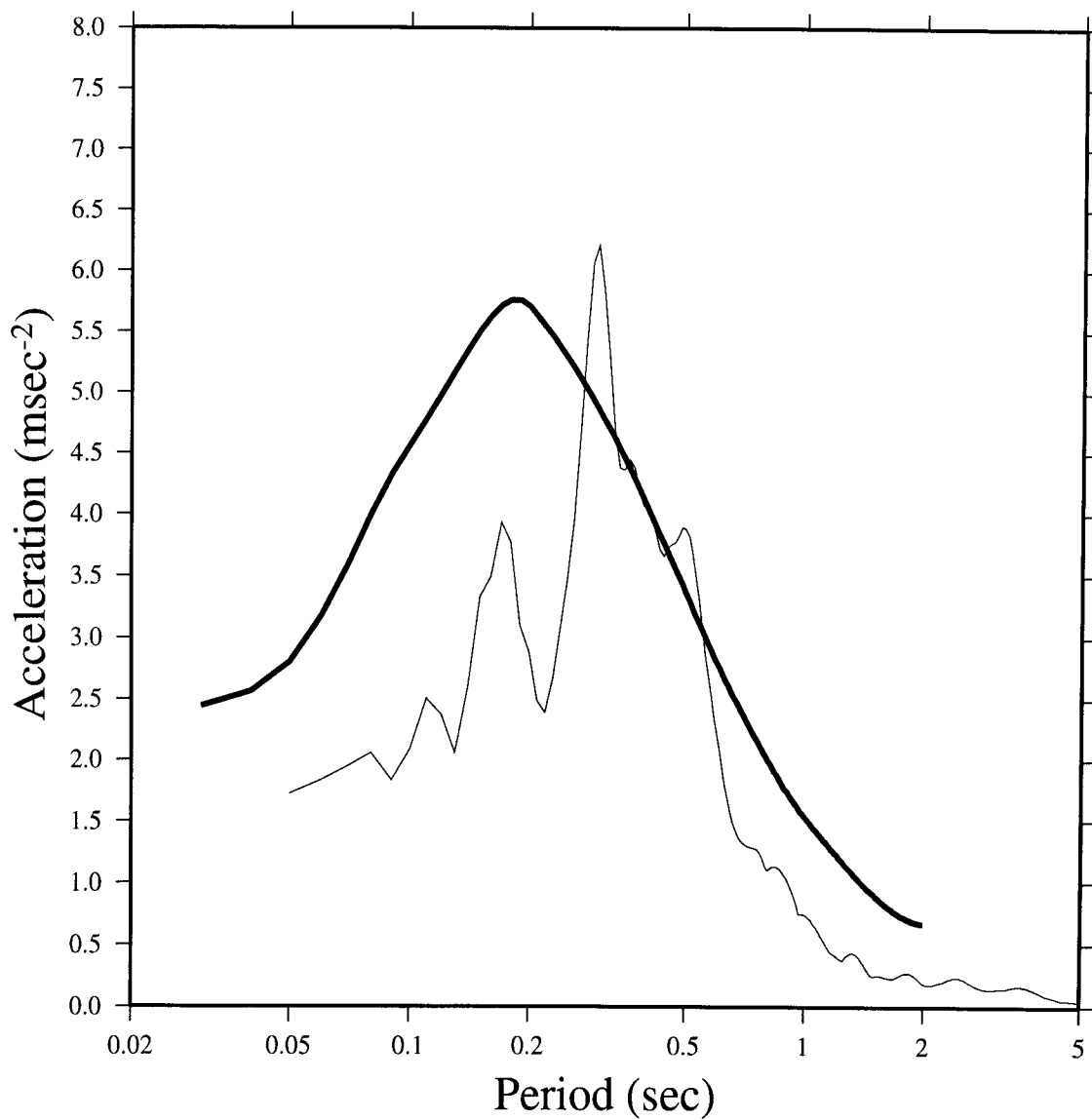
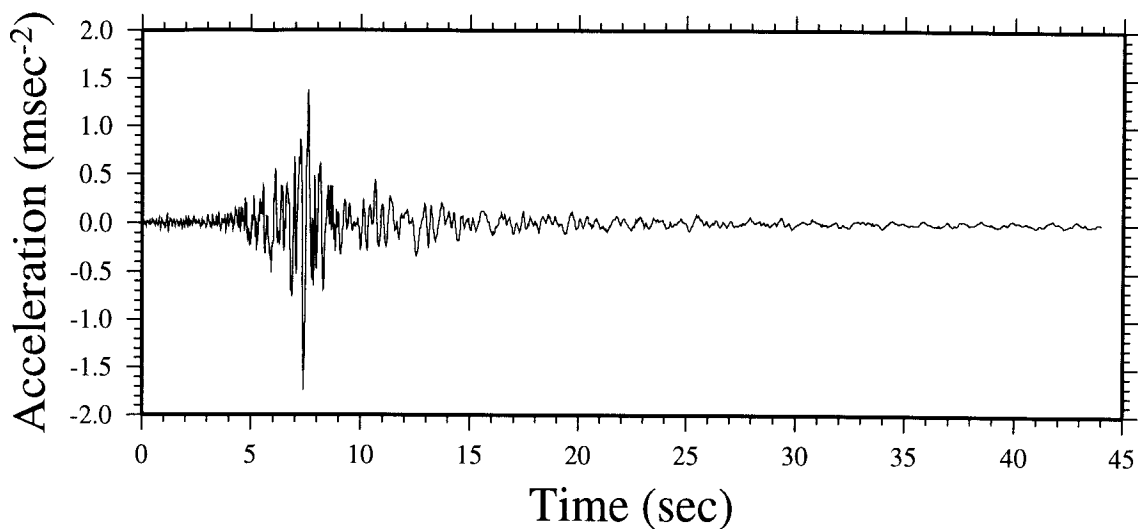
Scale=1.6 Distance=15.6 km



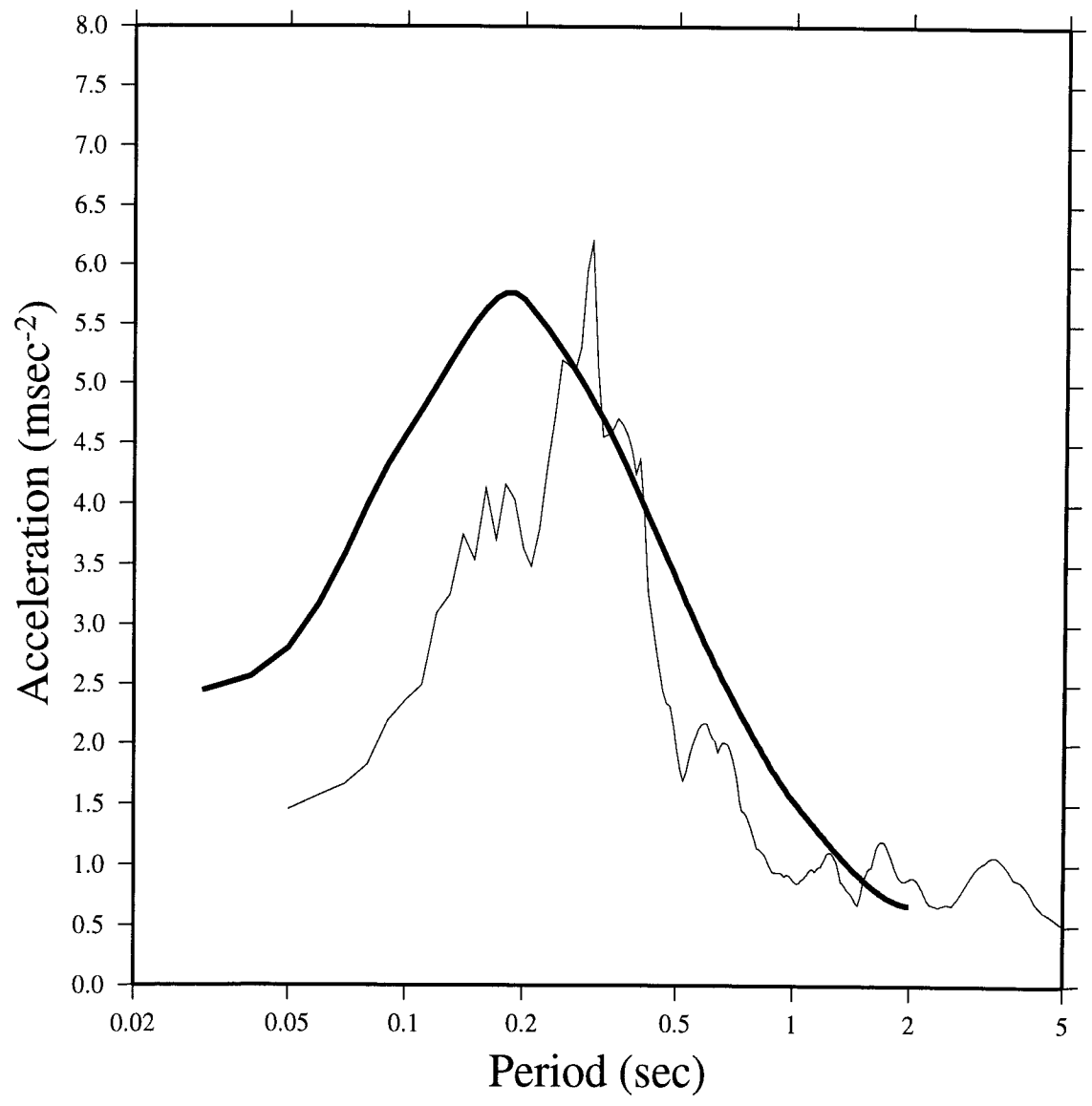
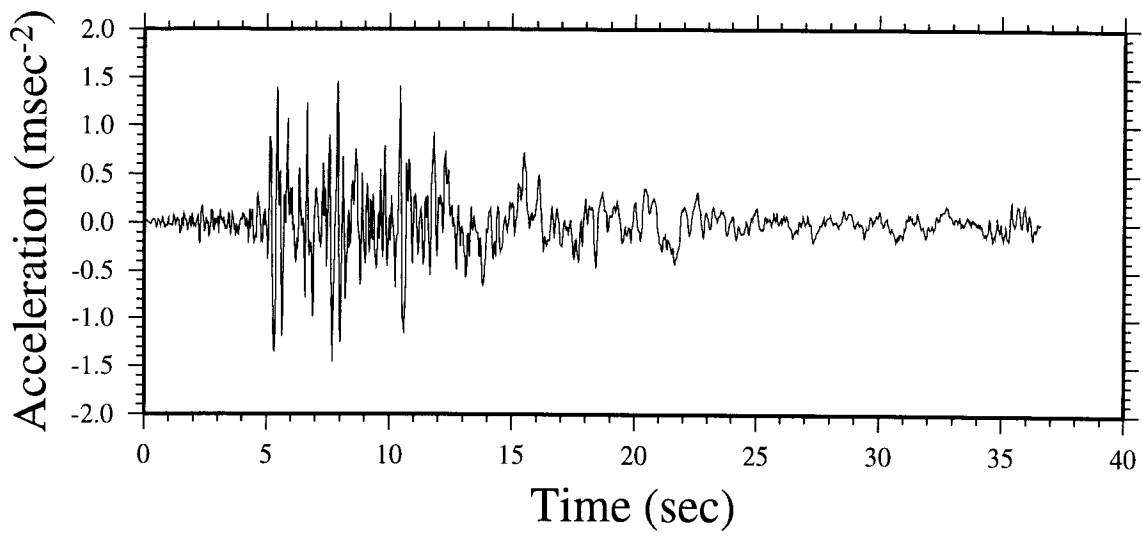
Scale=1.3 Distance=17.1 km



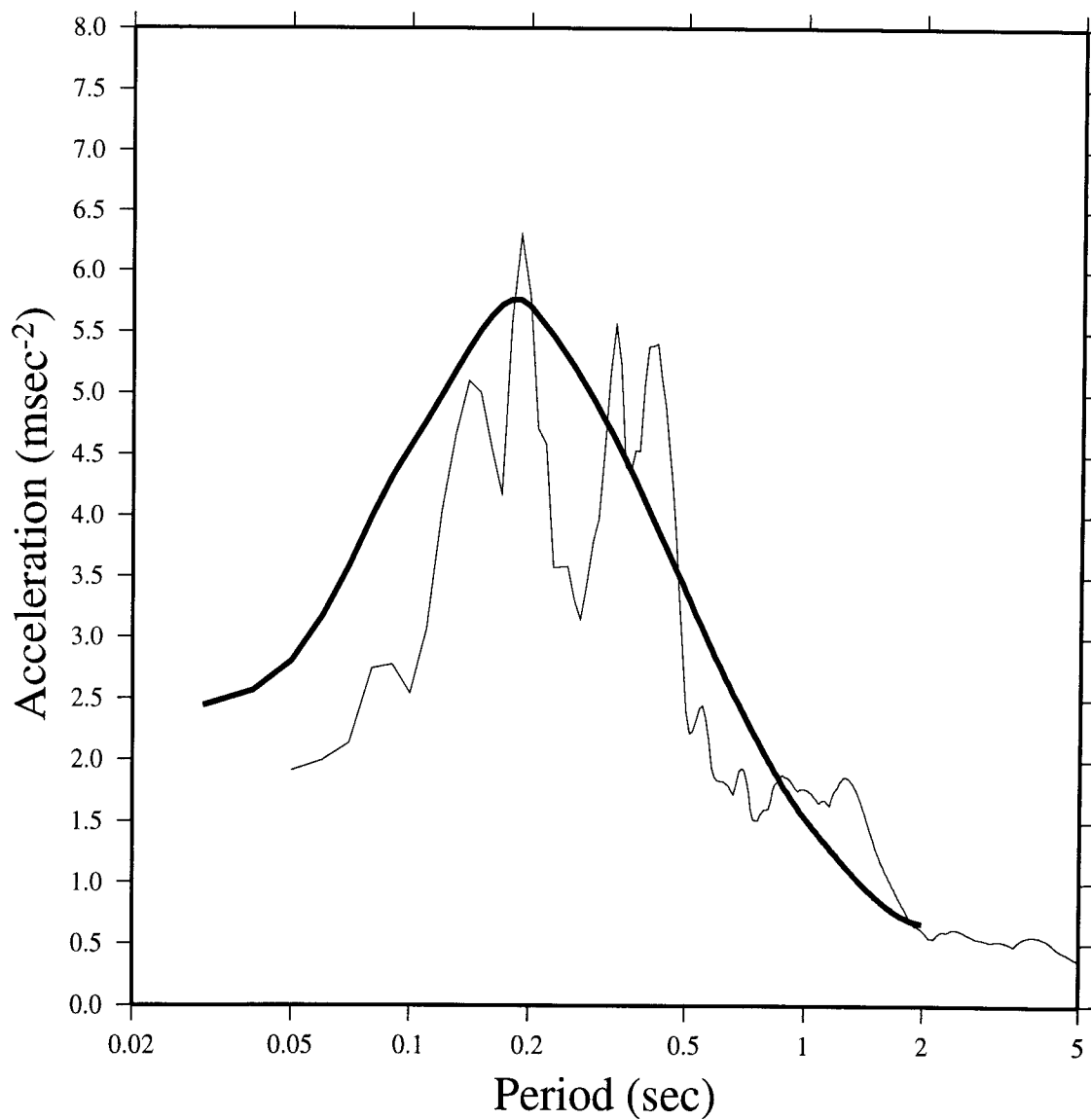
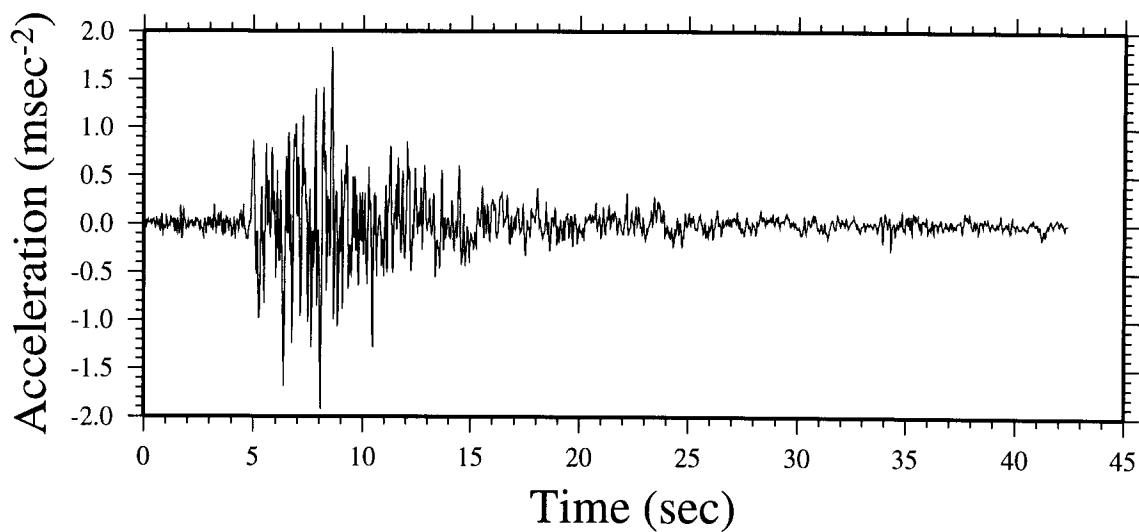
Scale=0.5 Distance=21.6 km



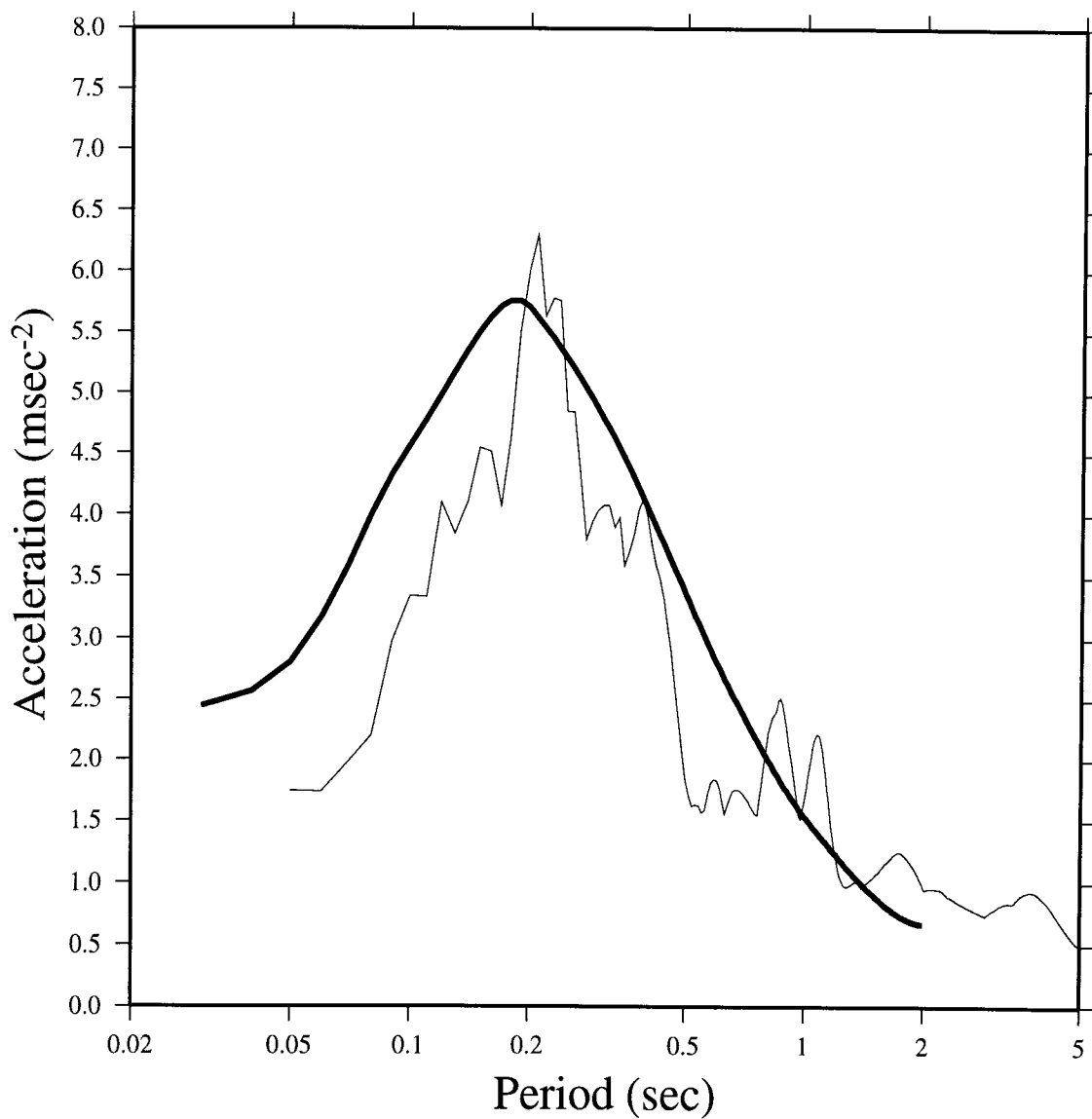
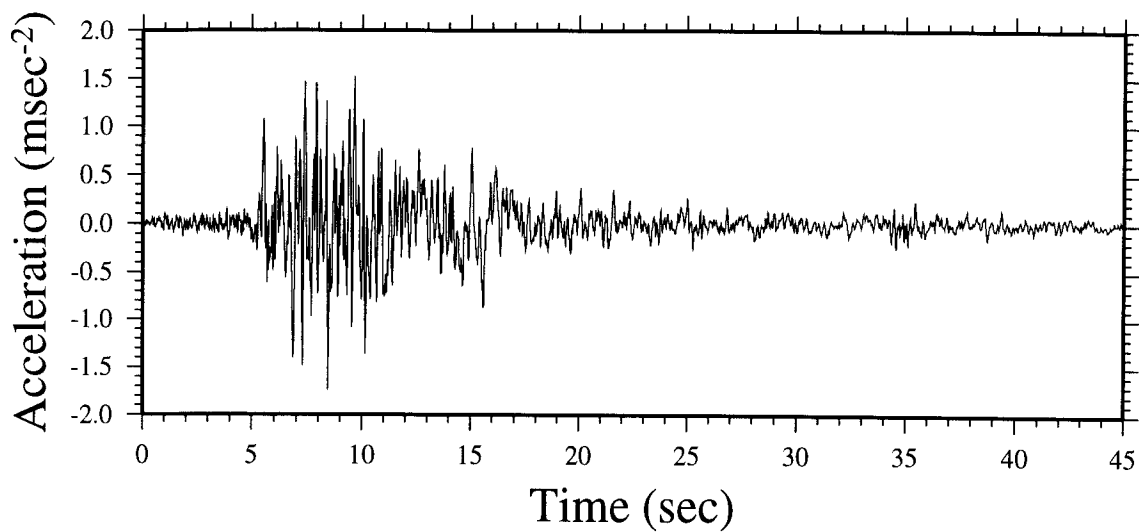
Scale=0.6 Distance=27.6 km



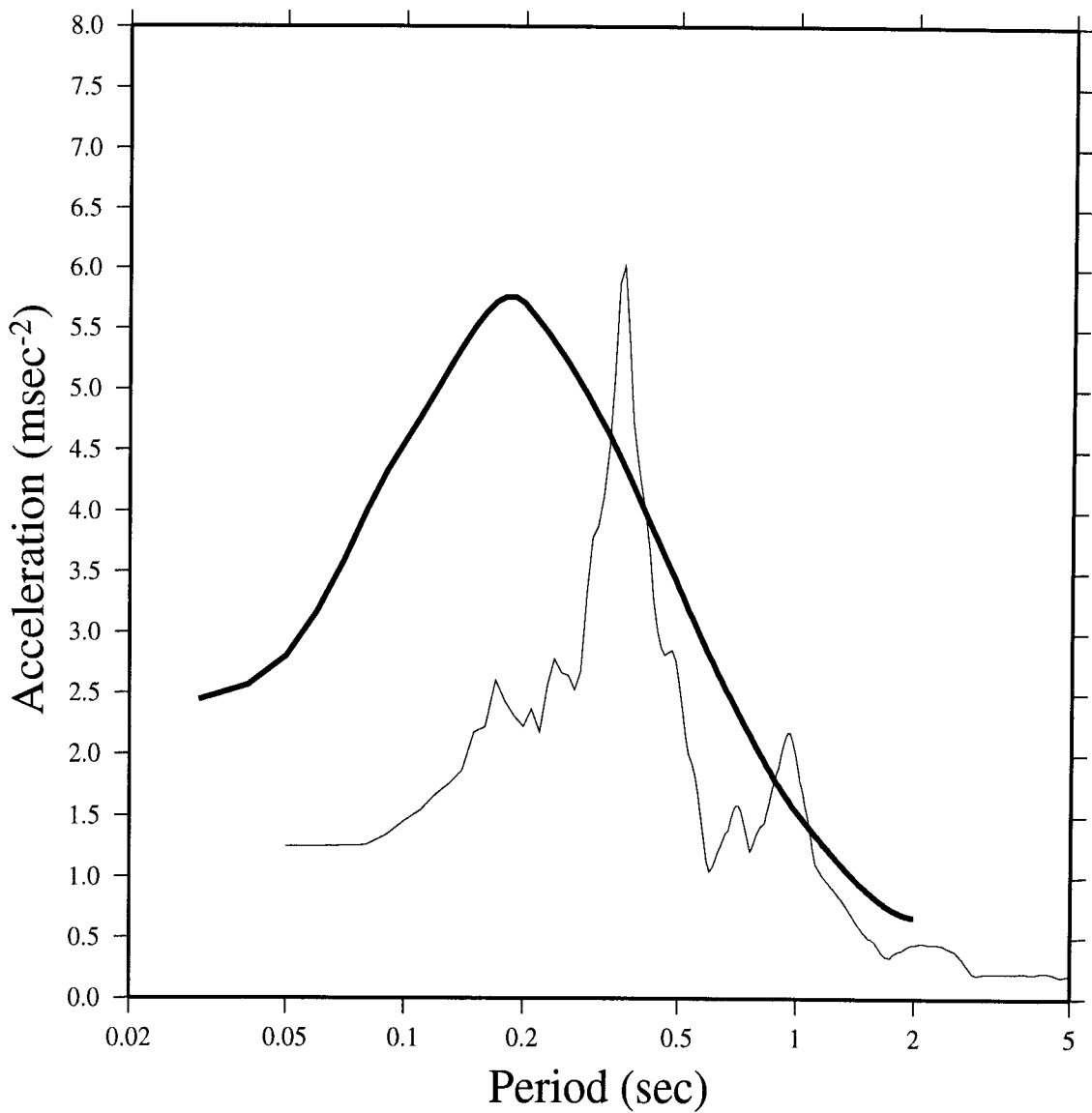
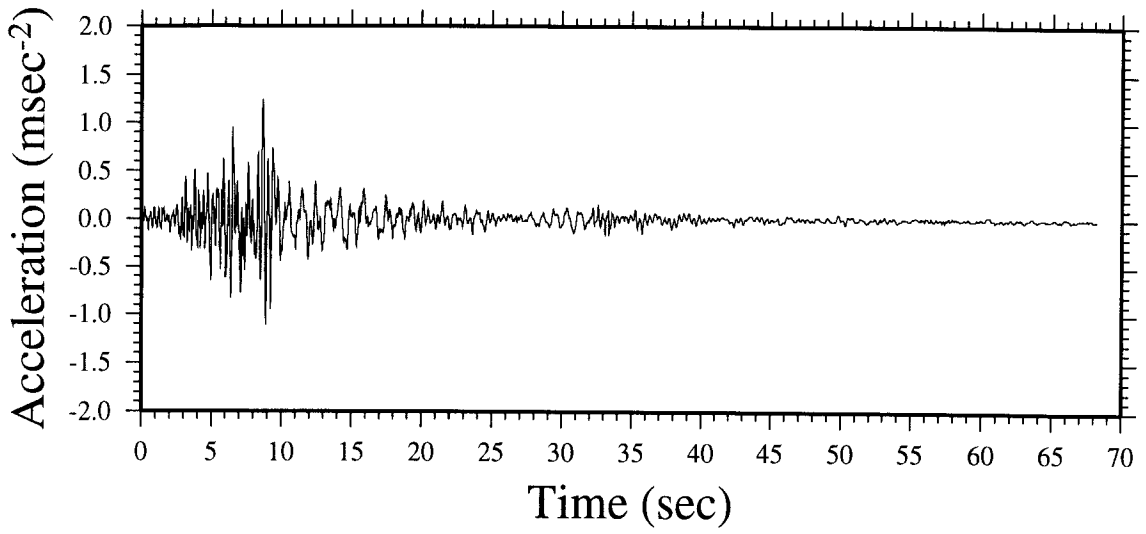
Scale=1.15 Distance=34.0 km



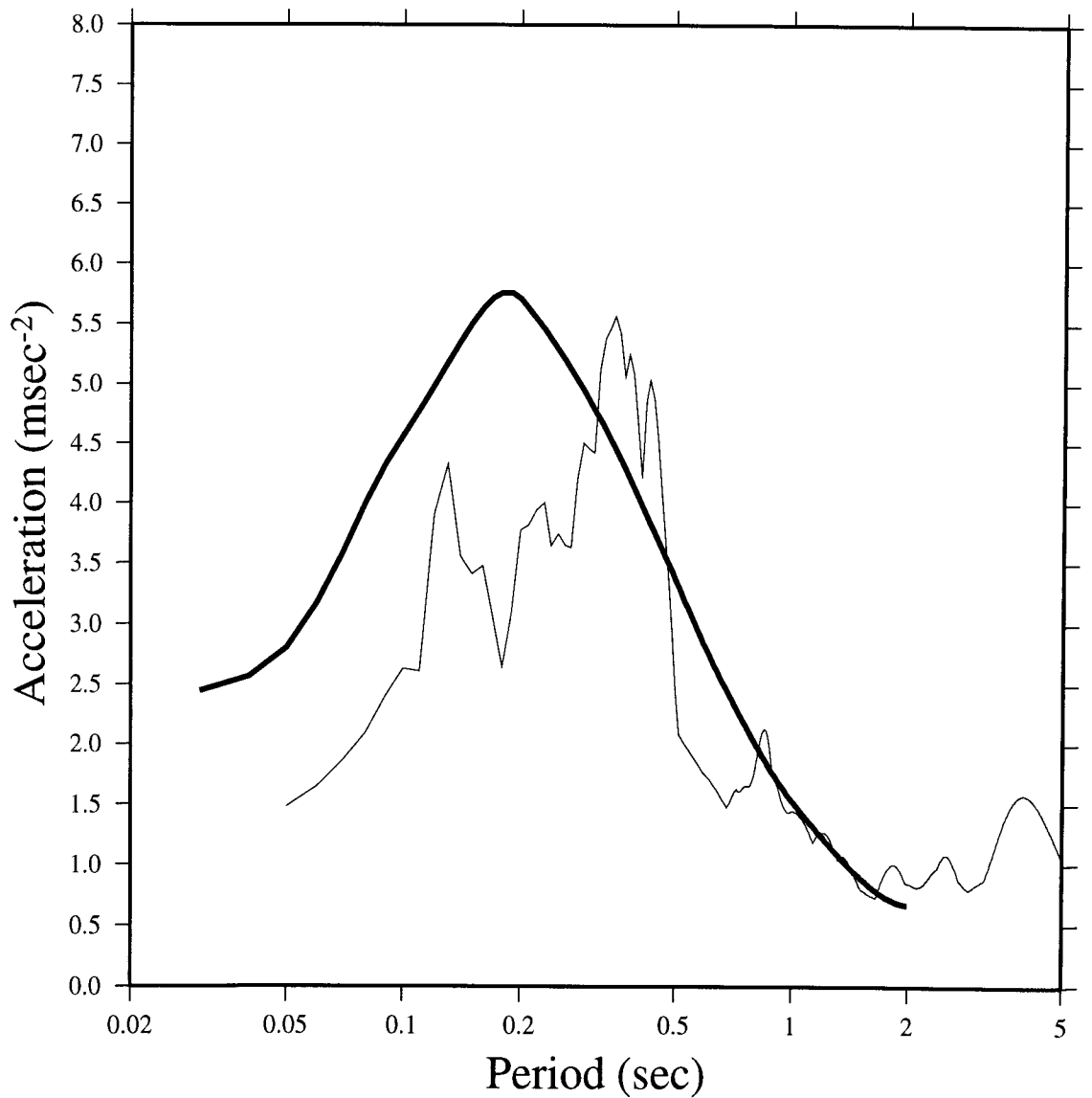
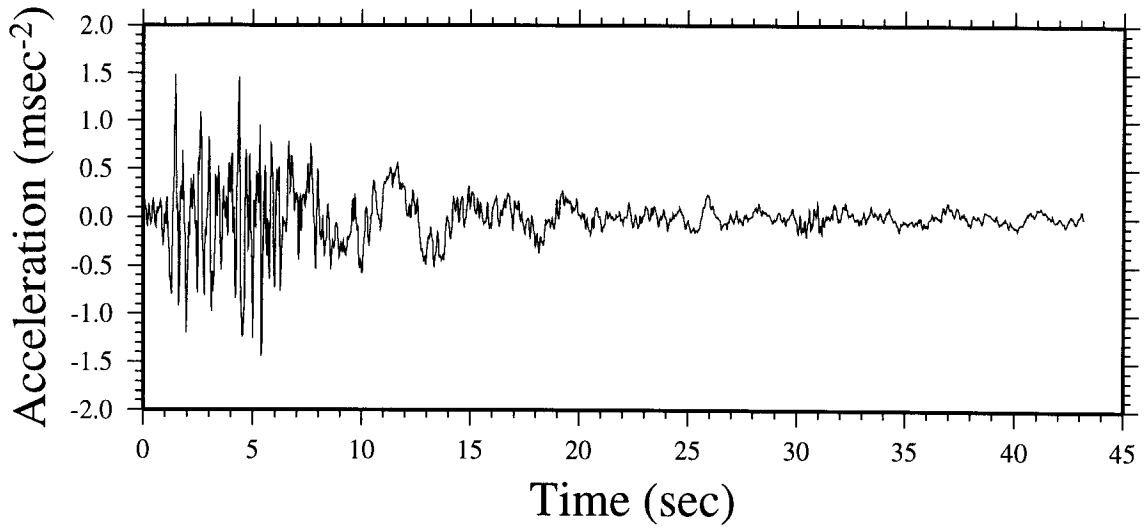
Scale=1 Distance=34.8 km



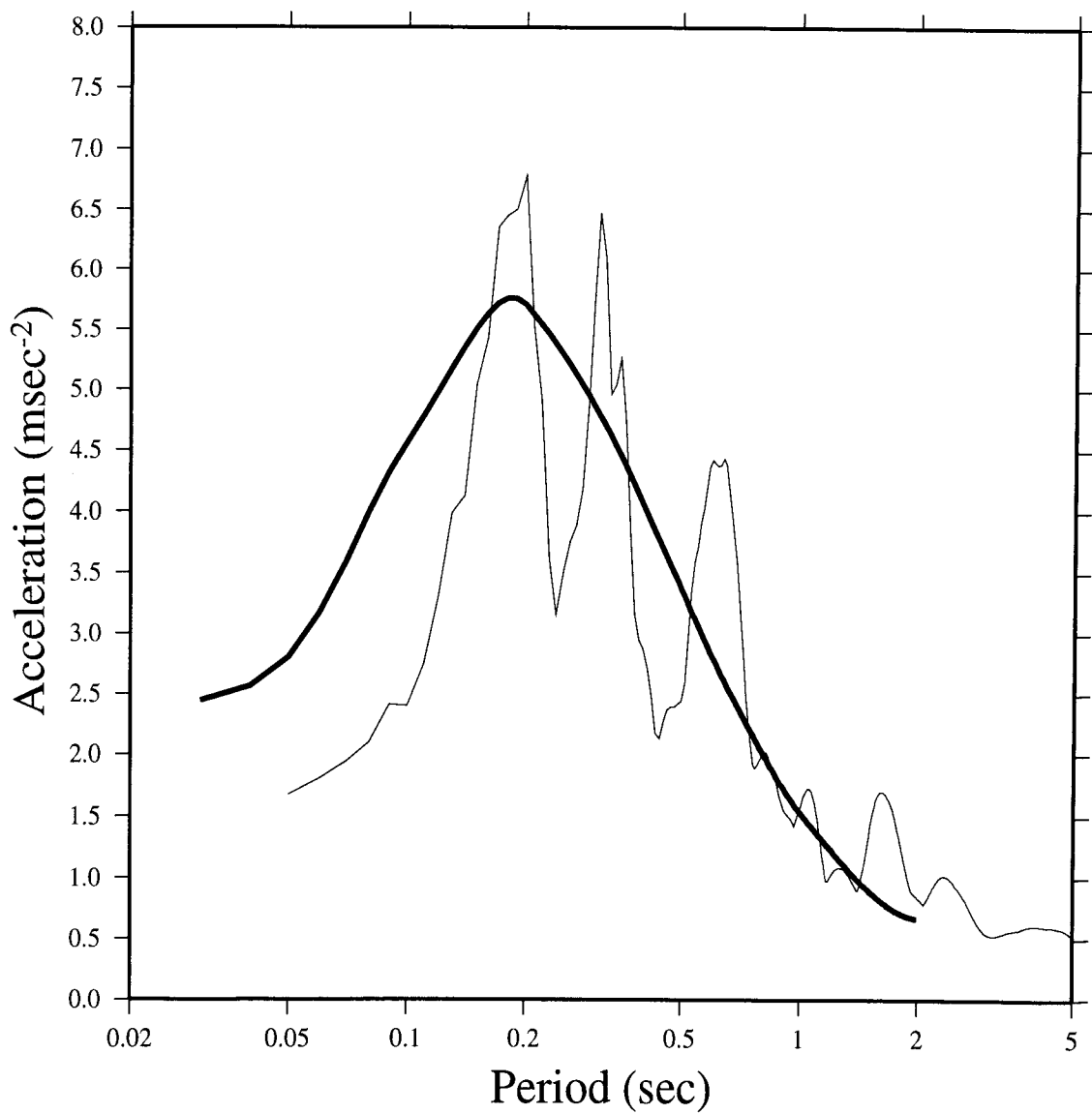
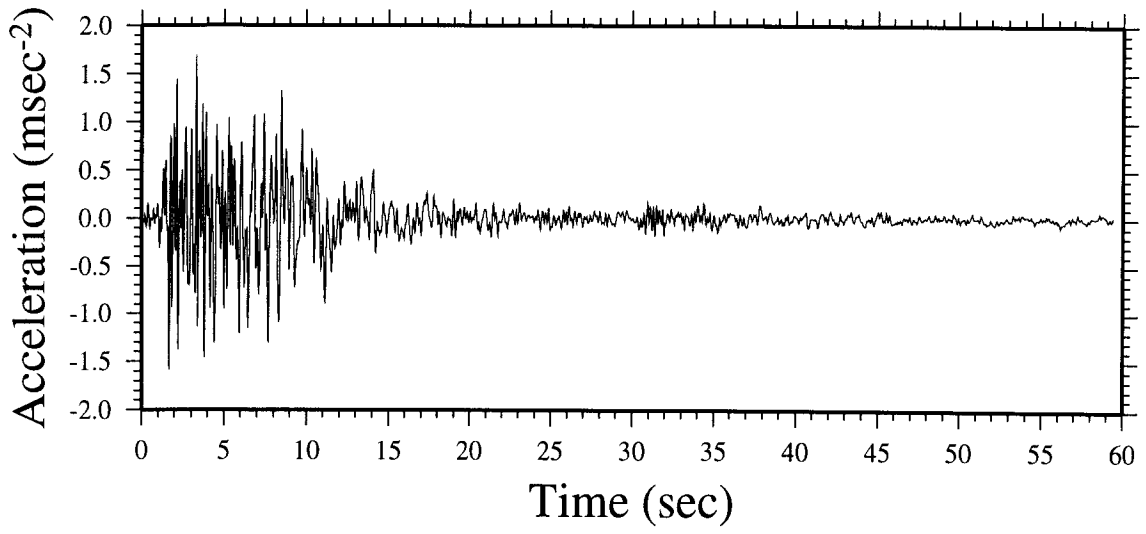
Scale=0.4 Distance=36.2 km



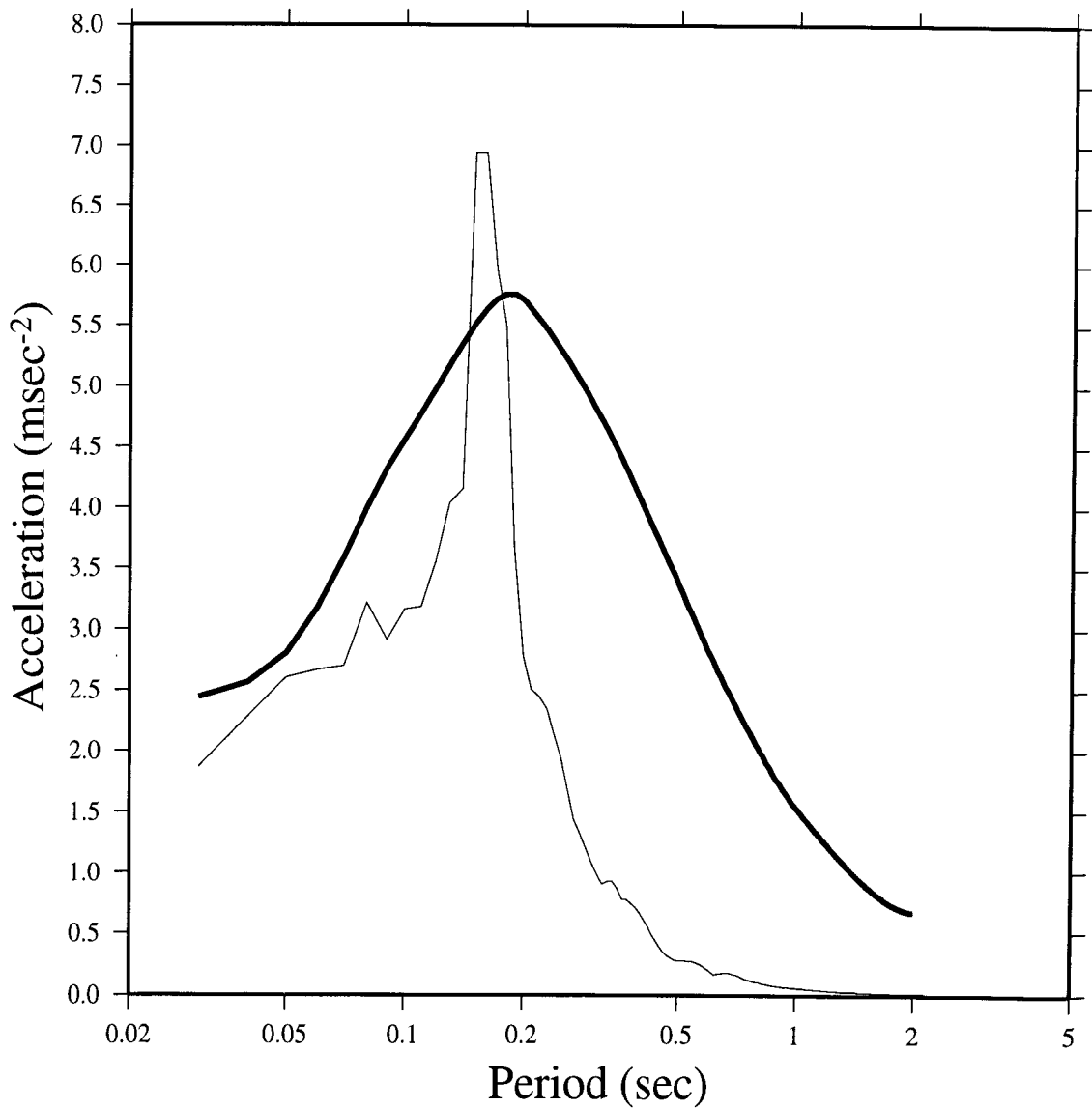
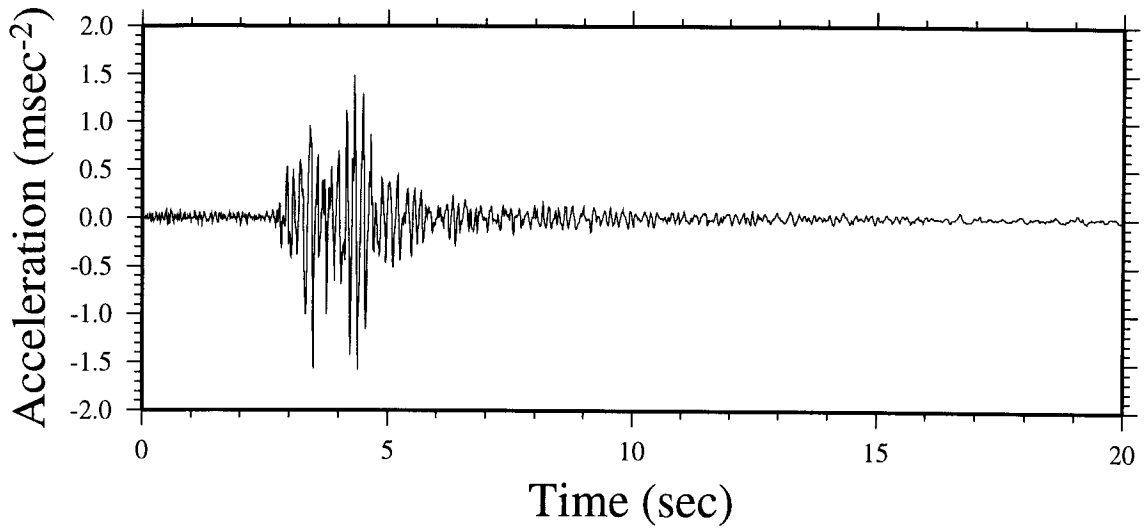
Scale=1.2 Distance=37.9 km



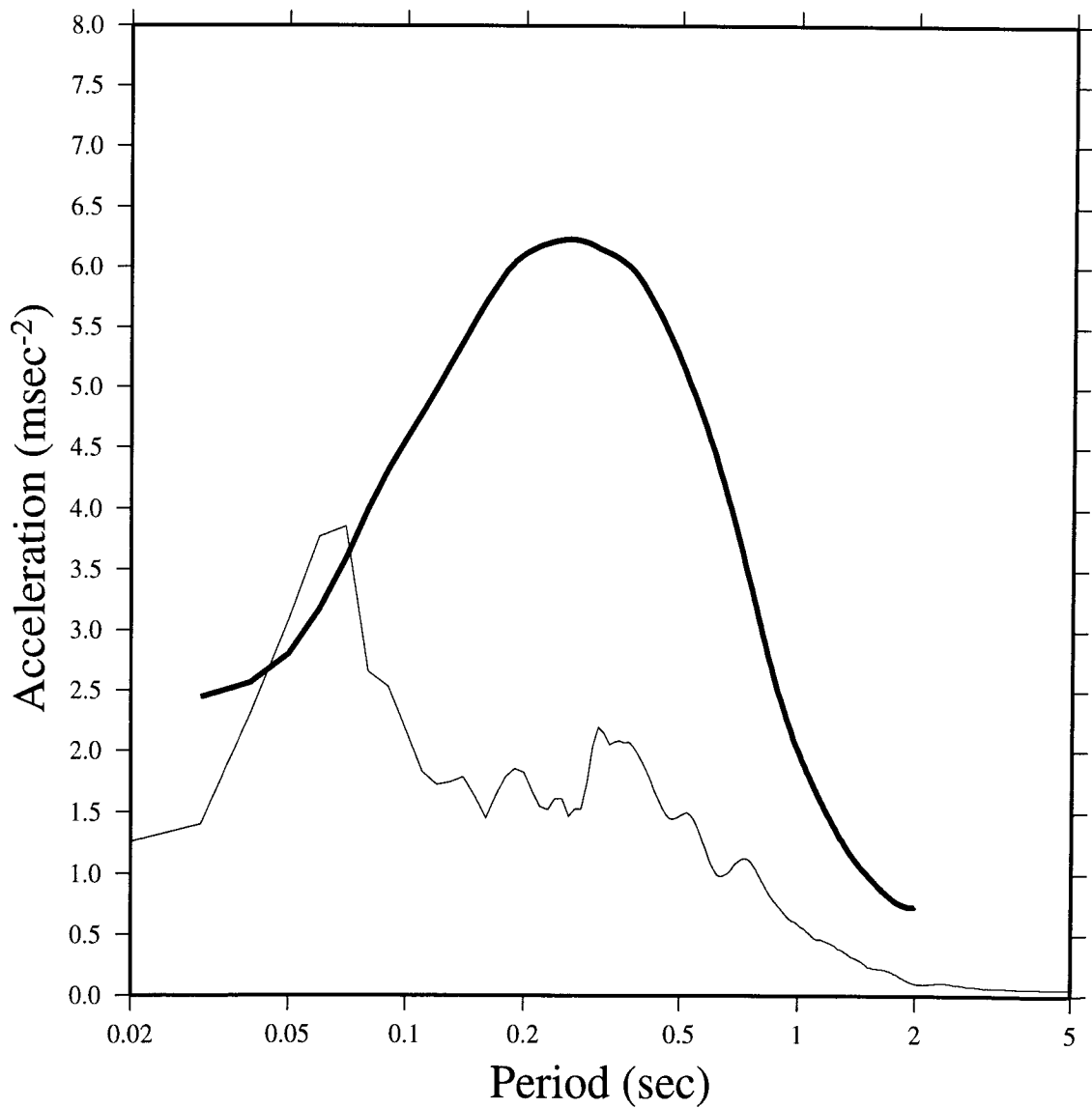
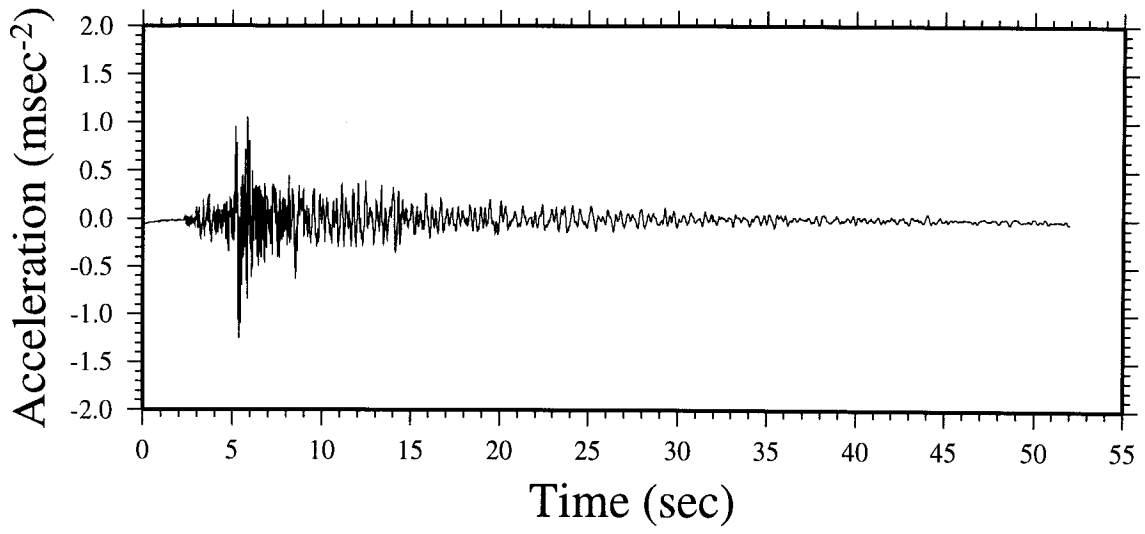
Scale=0.9 Distance=39.4 km



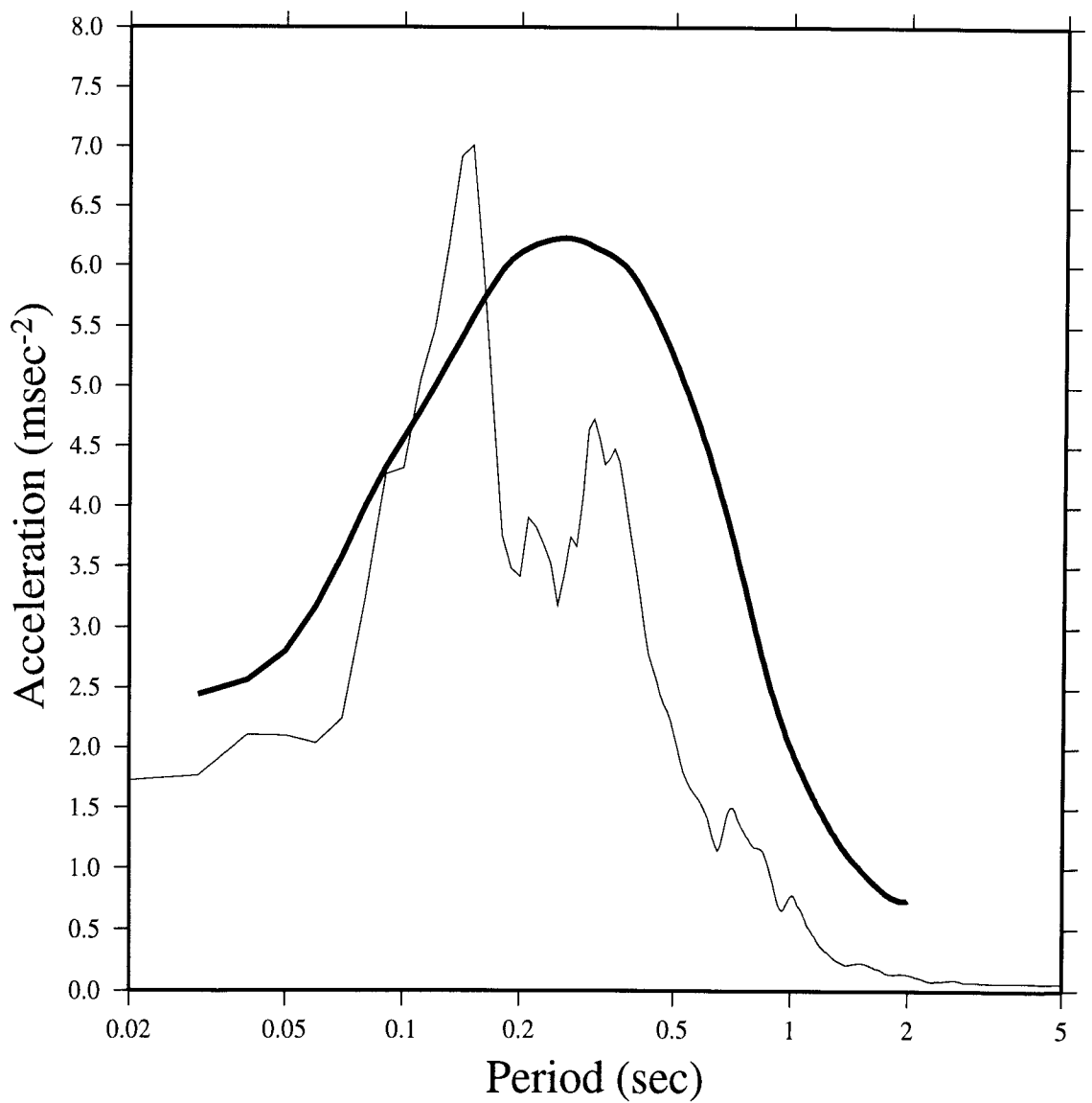
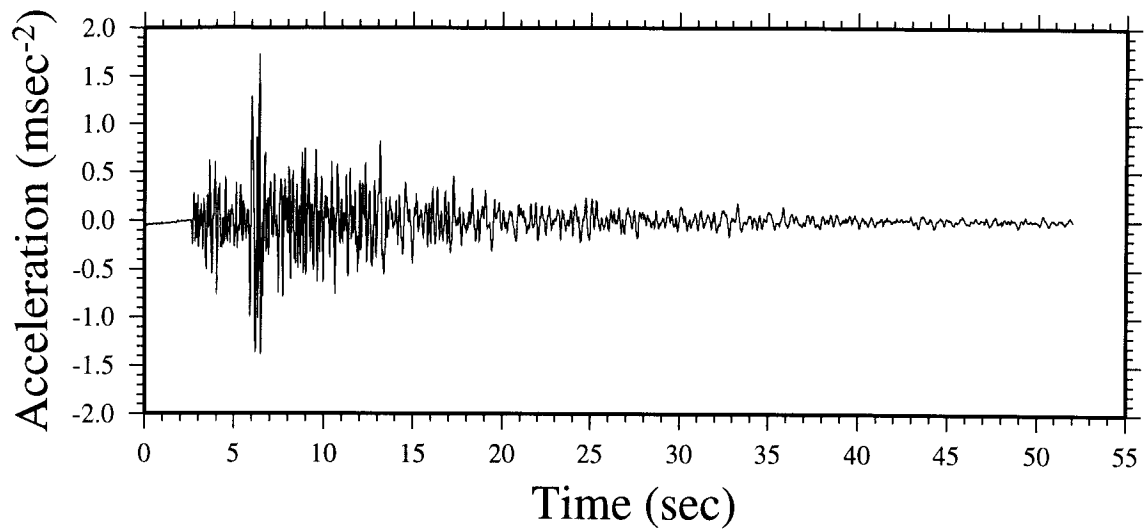
Scale=0.3 Distance=43.3 km



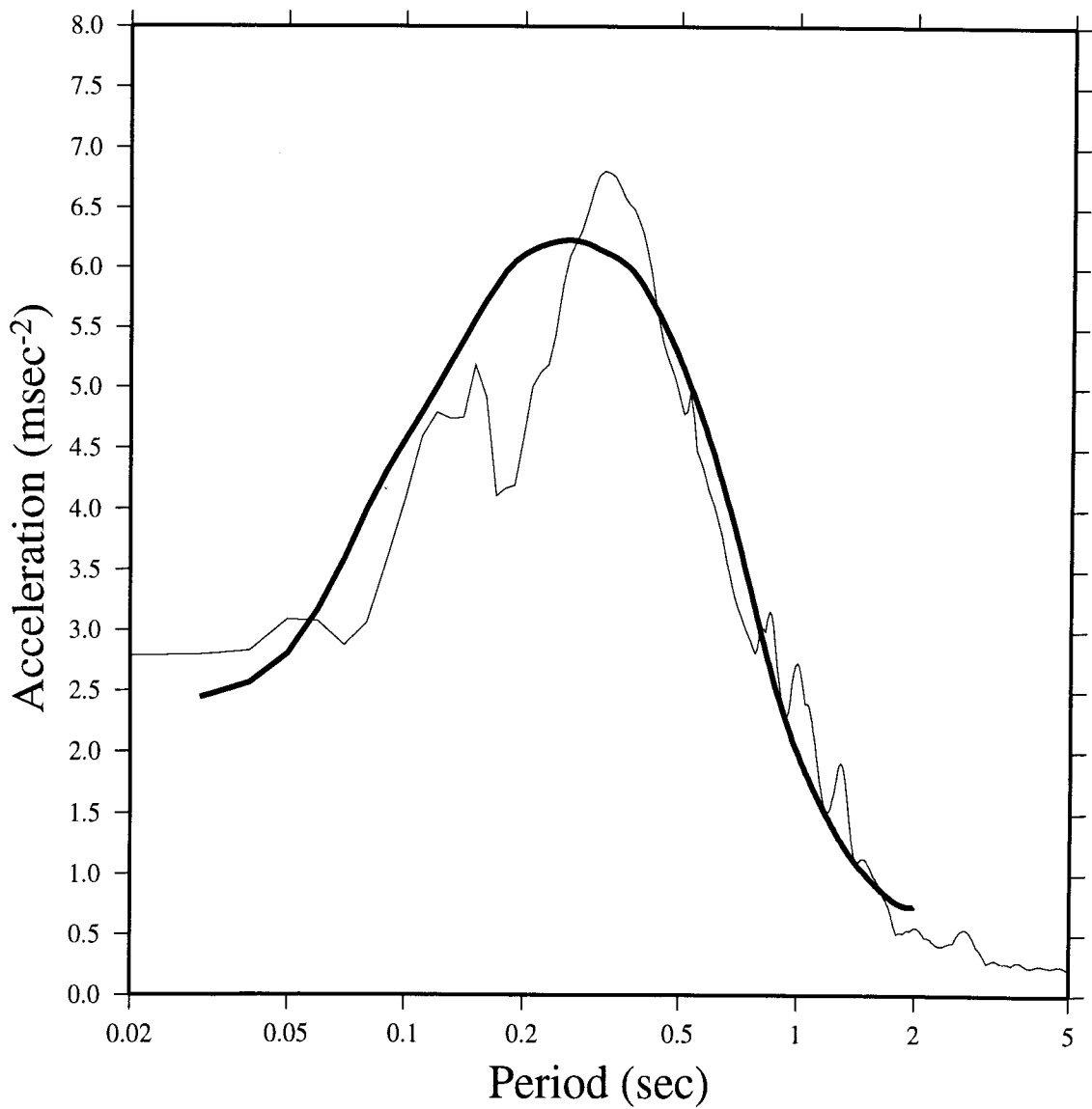
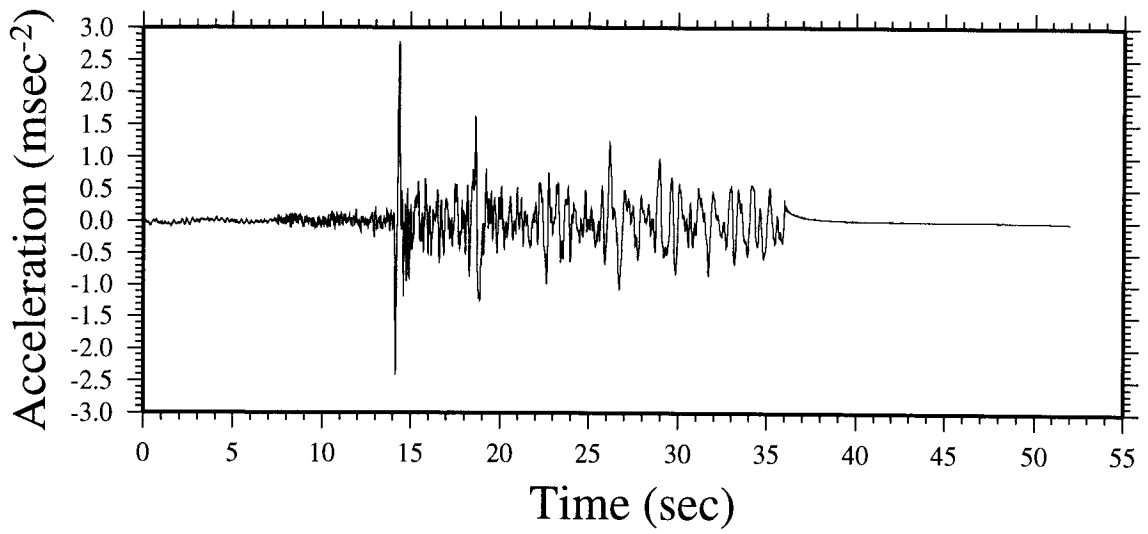
Scale=480000 Distance=16.6 km



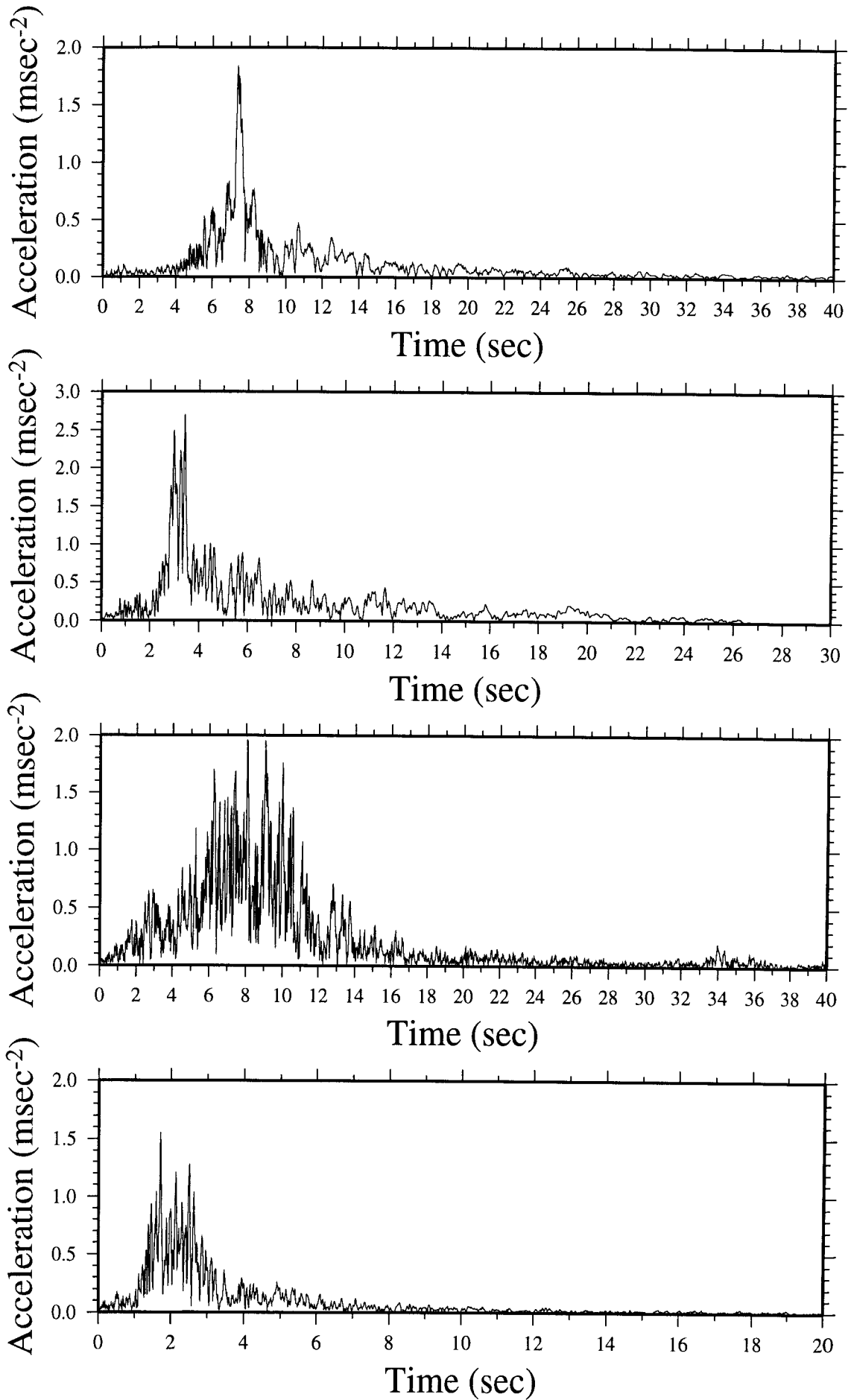
Scale=950000 Distance=20.0 km



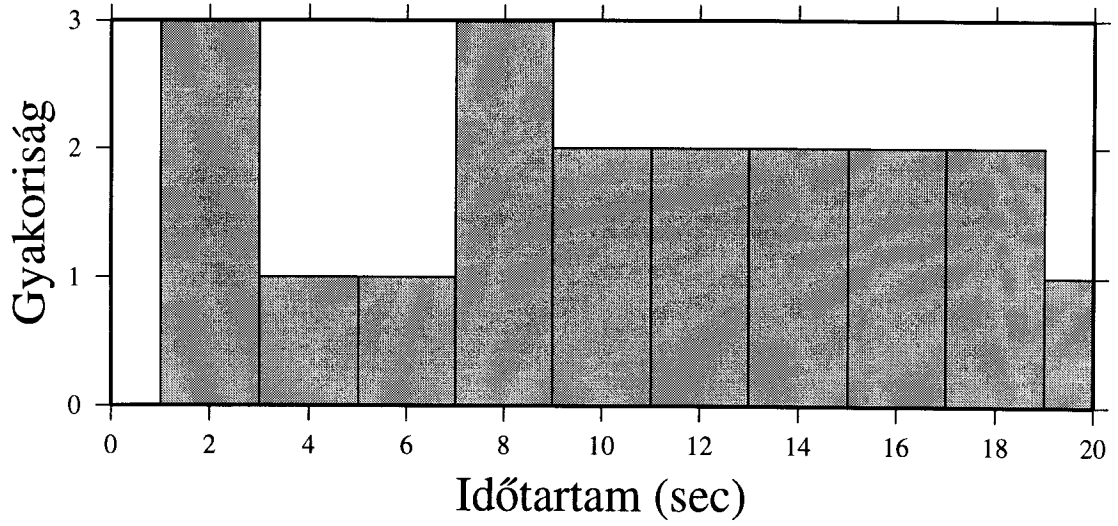
Scale=3000000 Distance=46.9 km



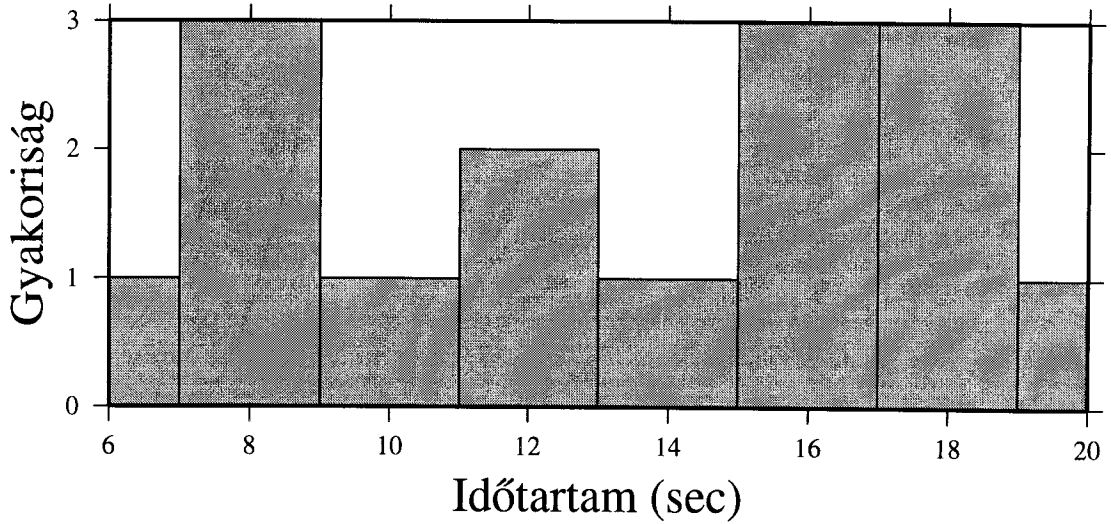
Néhány szeizmogram burkolója



Erős mozgás



Lecsengés



Felfutás

