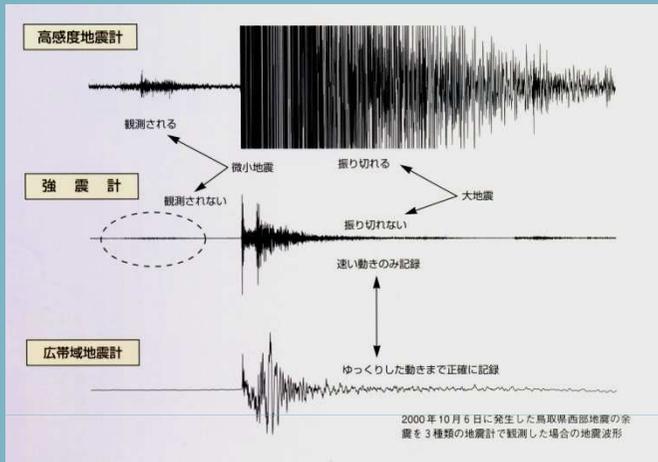


Результаты сейсмической томографии: очаги
землетрясений - на границе скоростных
контрастов и в зонах заниженных значений
скорости

Смагличенко Татьяна А.
Институт Проблем Нефти и Газа РАН
smaglich@mail.ru

Трансмиссионная сейсмическая томография

Наблюдаемые данные



Интегральное уравнение, которое связывает известное время вступления сейсмической волны с неизвестной скоростью

Способы решения: посредством параметризации среды, параметризации скоростной функции

При определенных физических предположениях решение системы линейных уравнений !!!

Способы решения системы

Общепринятый – метод Ланцоша или алгоритм Пейджа и Саундерса

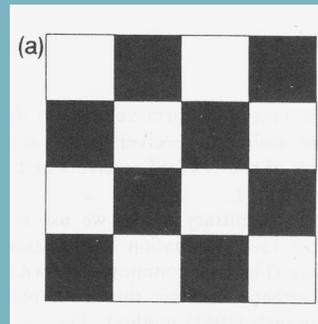
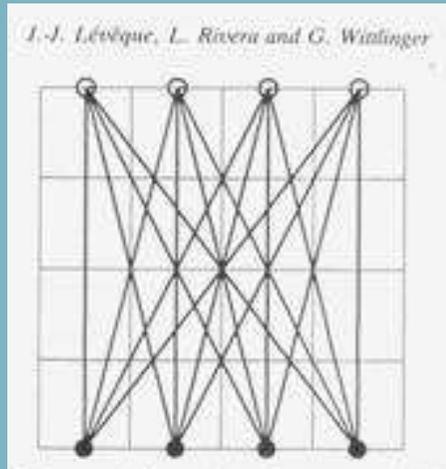
Инновации Метод вычитания выбранных аномалий

Метод Модификации исключения Гаусса или Дифференцированный подход

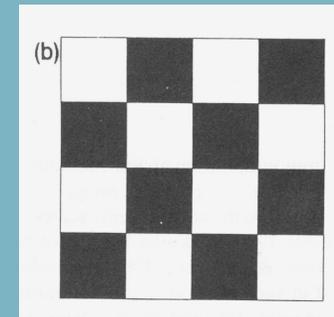
Проблемы томографии

Leveque, J. J., Rivera, L., Wittlinger, *Geophys. J. Int.* 1993 **115**, 313-318 Blackwell Publ. UK

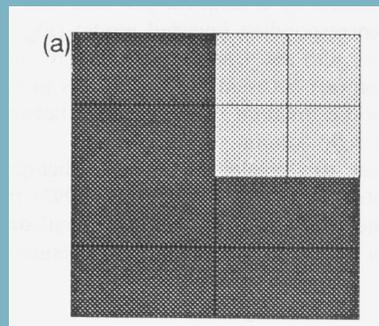
1. РАЗРЕШЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СТРУКТУР



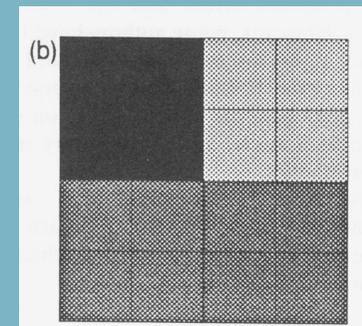
Мелкомасштабная структура



Результат инверсии методом Ланцоша



Крупногабаритная структура



Результат инверсии Методом Ланцоша

2. НЕТРИВИАЛЬНАЯ ОШИБКА КАЖДОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ЛУЧА !!!

Pavlis G.L. *Bull. Seism. Soc. Am.* 1986 **76** 1699-1717

Примеры различных структур

Мелкомасштабная структура

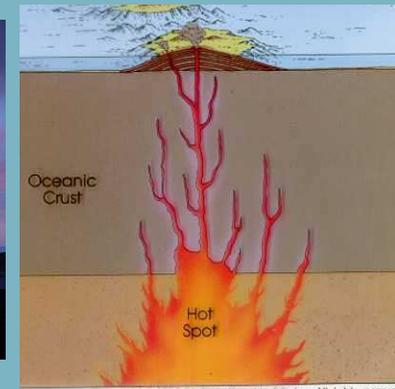


Фрагменты фотографии разлома
Google.com

Крупногабаритная структура

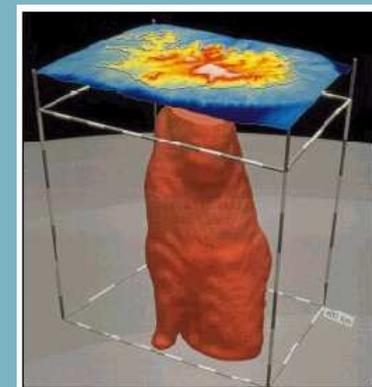


Фото Martin Rietze



Вулканический плюм

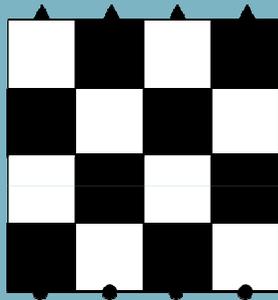
Мантийный плюм
Сейсмическая структура



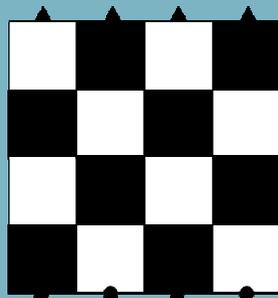
Wolfe, C. J., I. Th. Bjarnason, J. C. VanDecar, S. C. Solomon NATURE 1997

Метод вычитания выбранных аномалий

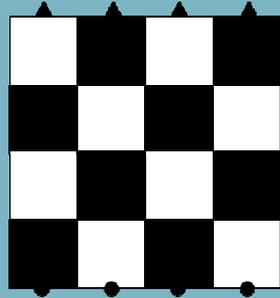
Smaglichenko, T.A., A.V. Nikolaev, S. Horiuchi, A. Hasegawa *Geoph.Jour.Int.* 2003 **153** 627-644, Blackwell Publ. UK



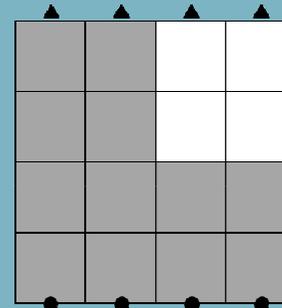
Мелкомасштабная модель



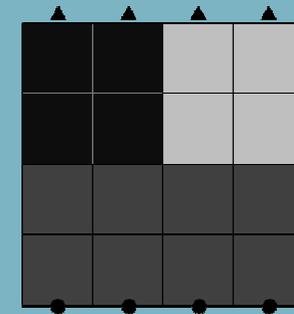
Результат метода Ланцоша



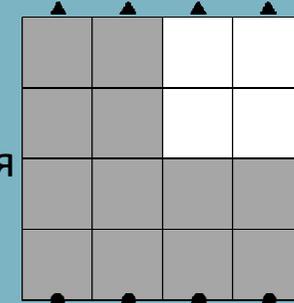
Результат метода вычитания



Отдельная аномалия

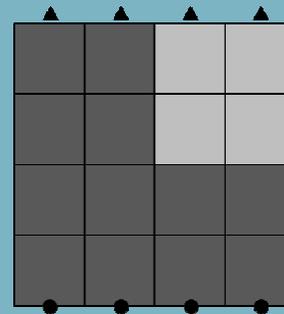


Результат метода Ланцоша



Результат метода вычитания

?



Аномалия, окруженная неоднородной зоной

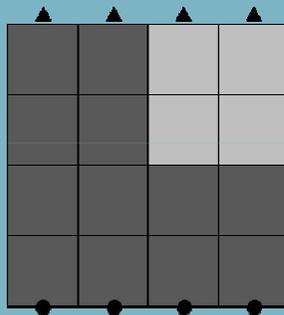
Устойчивость по отношению к ошибке

Модификация Гауссовского исключения или Дифференцированный подход

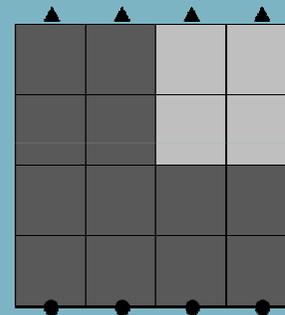
Смагличенко Т.А. и Николаев А.В. ДАН, 2007, **413**, №3, 1-5; ДАН, 2010, **433**, №4, 1-5

Smaglichenko T.A., S.Horiuchi, K. Takai, *Int. Jour. of Appl. Earth Obs. And Geoinf.* 2012, **16**, 27-41, Elsevier Publ., UK

Smaglichenko T.A. *Complex systems founded by Stephen Wolfram*, 20 (3), 229-241, *Complex systems Publ.*, USA

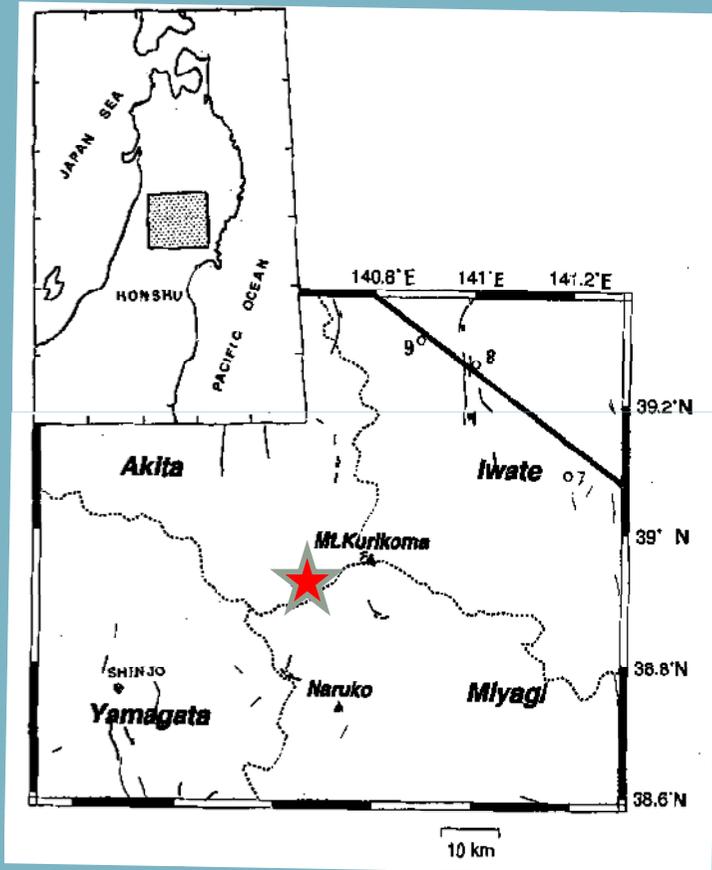


Аномалия, окруженная
неоднородной зоной

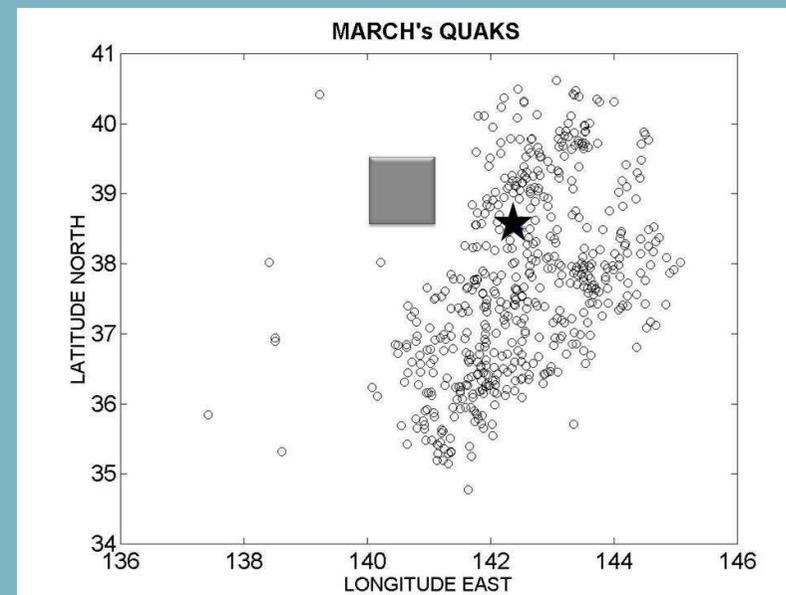


Результат Дифференцированного
Подхода или модификации исключения
Гаусса

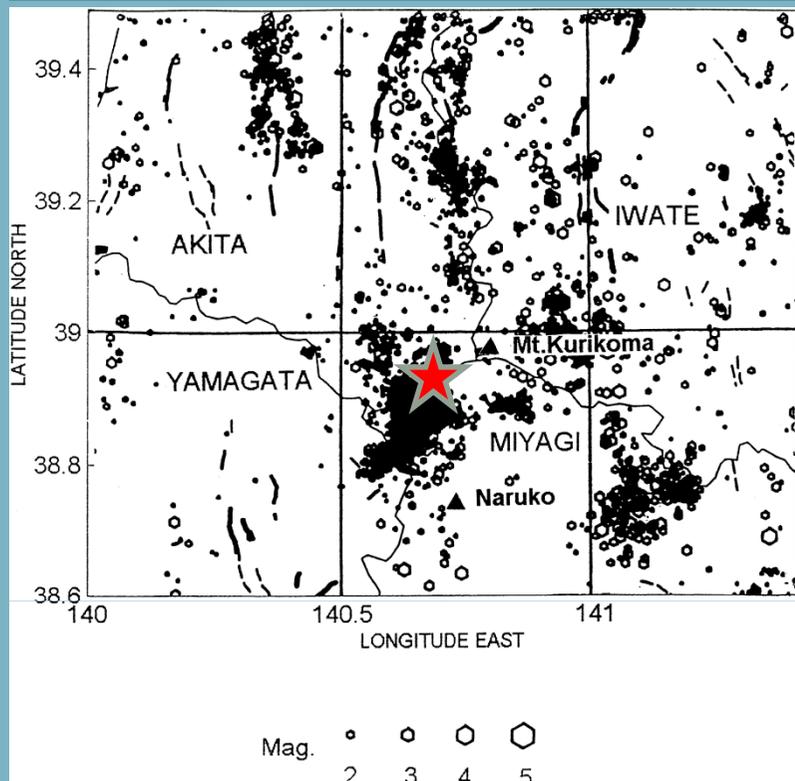
Применение Метода вычитания выбранных аномалий к данным района землетрясения Окикобе (11 августа 1996, $M=5.9, 5.4, 5.7$; 13 августа, $M=5.0$)



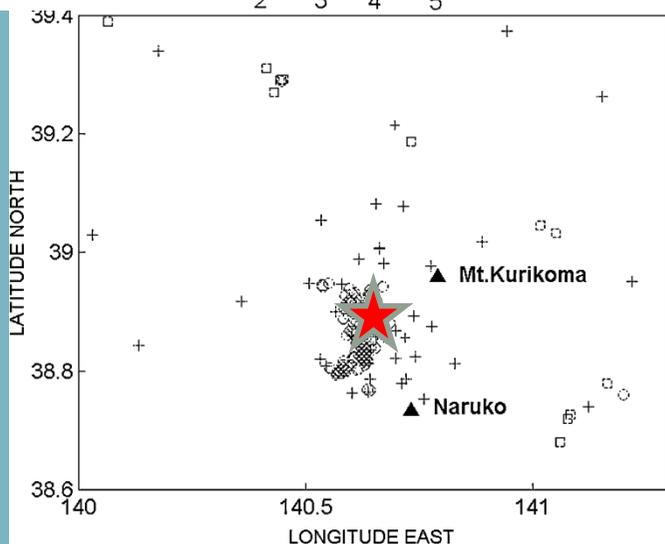
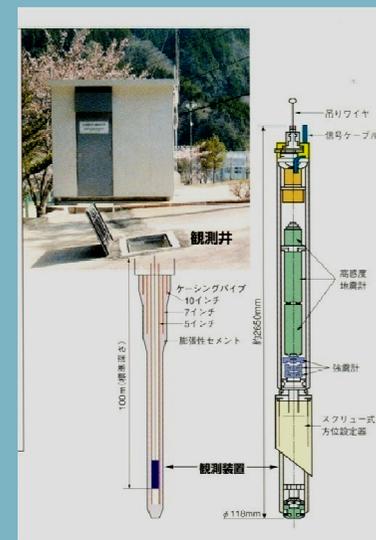
17.01.1995 Великое землетрясение Ханшин или Kobe около 6,434 жизней



Наблюденные данные района до и после основных толчков



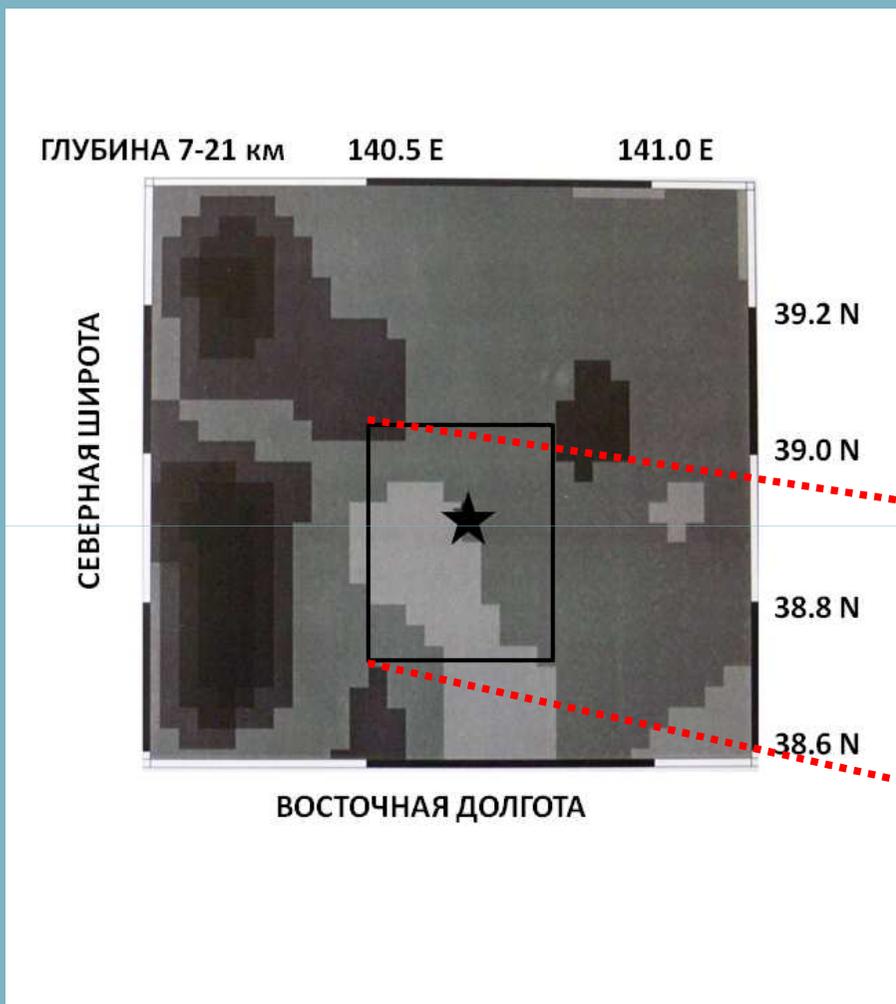
Первый набор данных
1989-1996 г.
Гипоцентры событий
до глубины 106 км



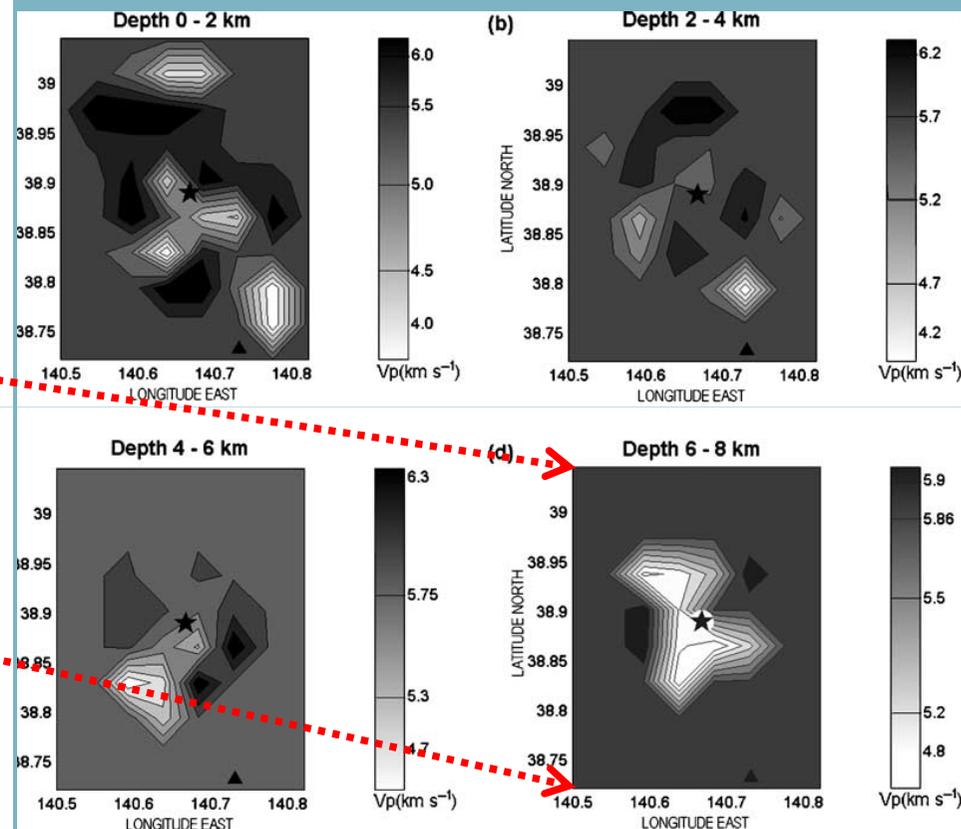
Второй набор данных
Афтершоки
сентябрь-ноябрь 1996
До глубины 25 км



Результаты Метода вычитания выбранных аномалий

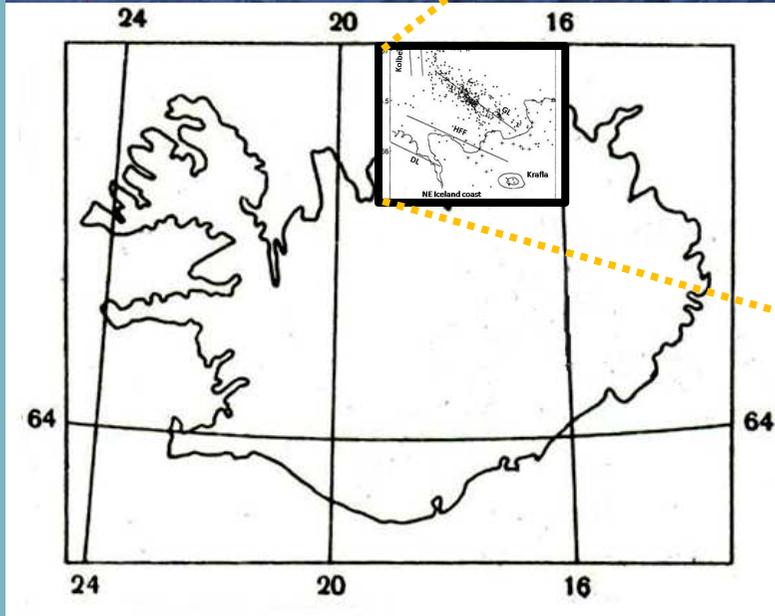
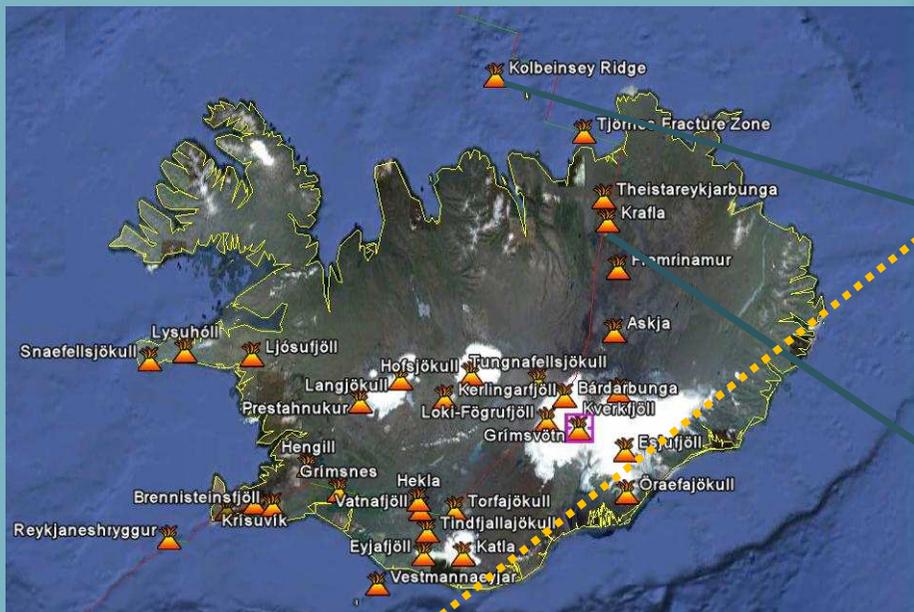


Первый набор данных
Размер блока 23 x 25 км



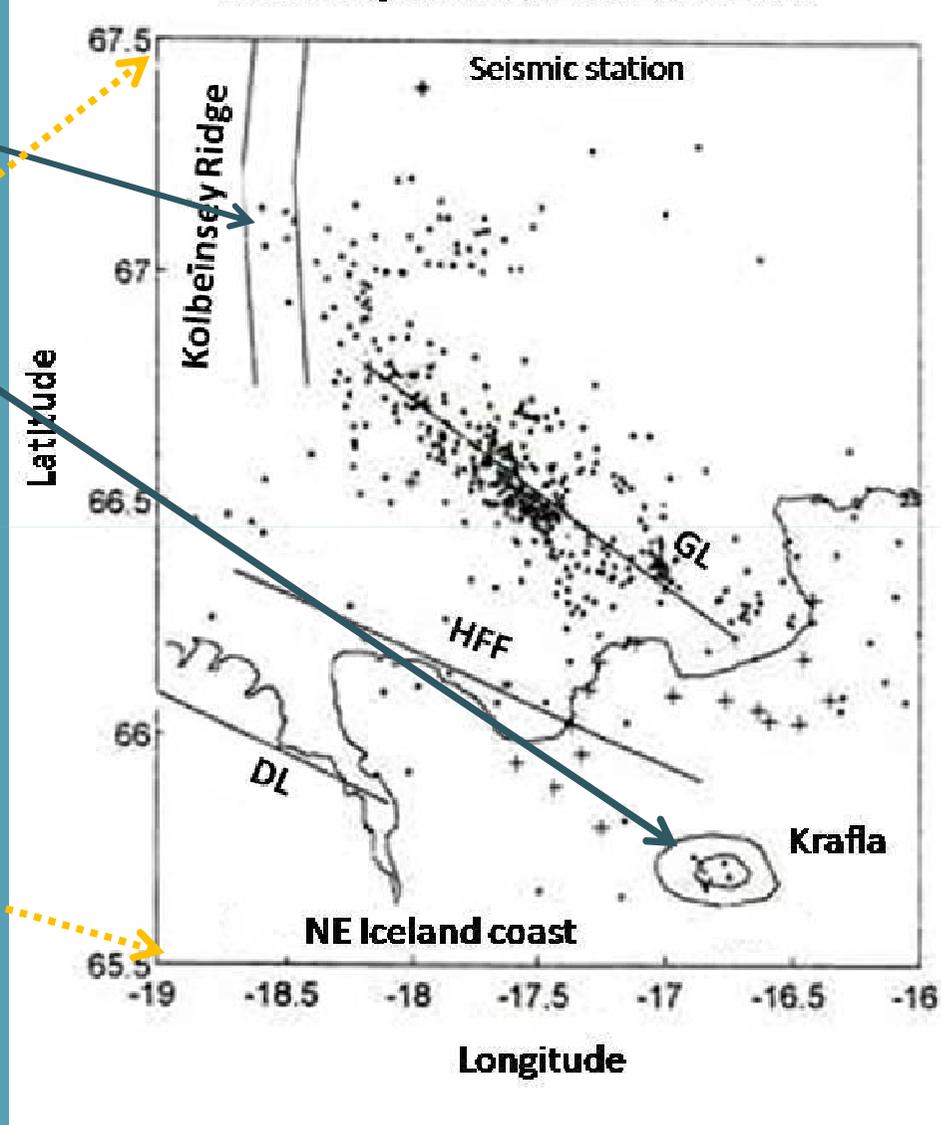
Второй набор данных
Размер блока 4 x 4 км

Разломная зона Тьеднес (северо-восток Исландии)

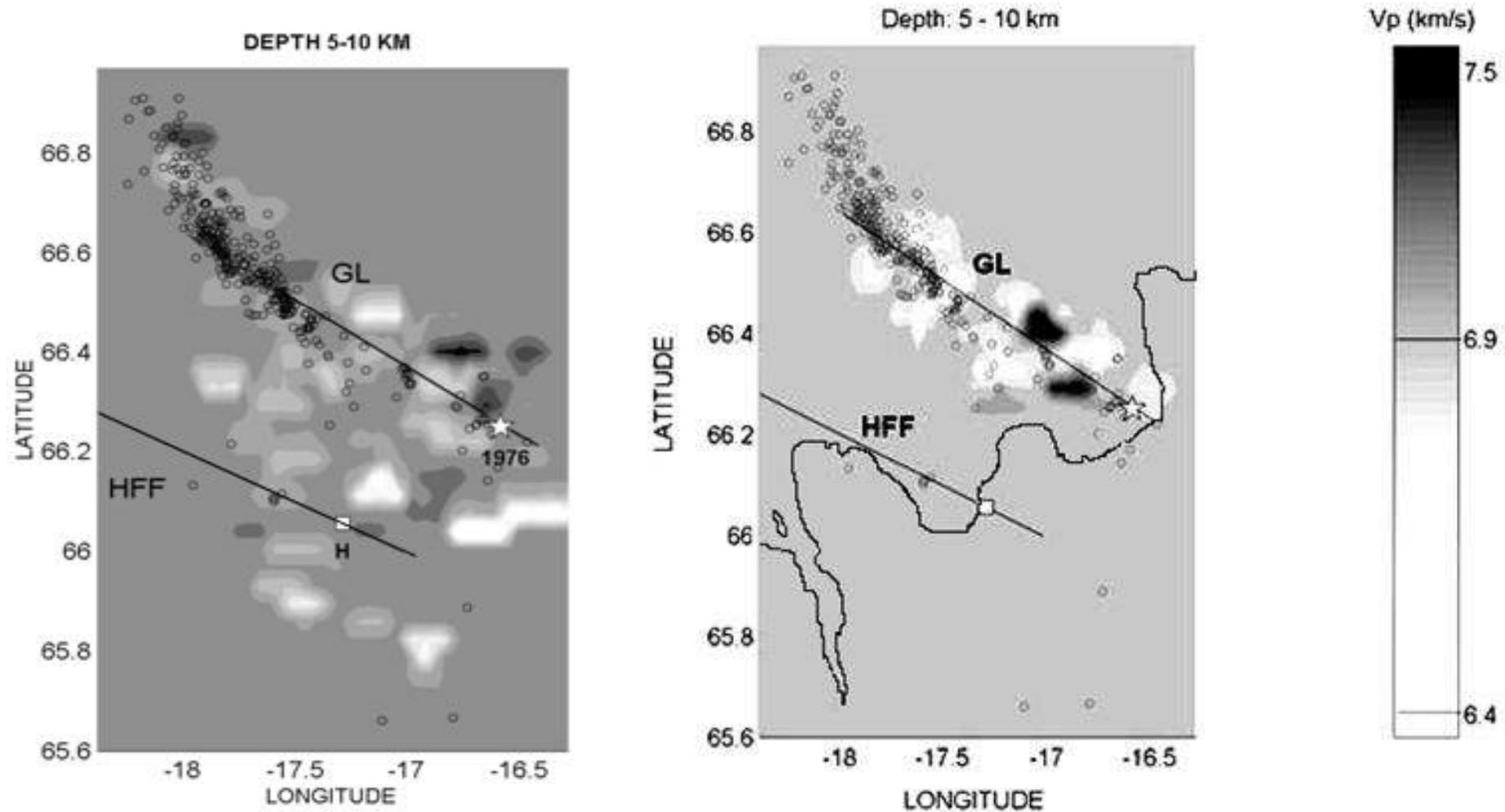


© 2010 Google
Eye alt: 376.77 mi

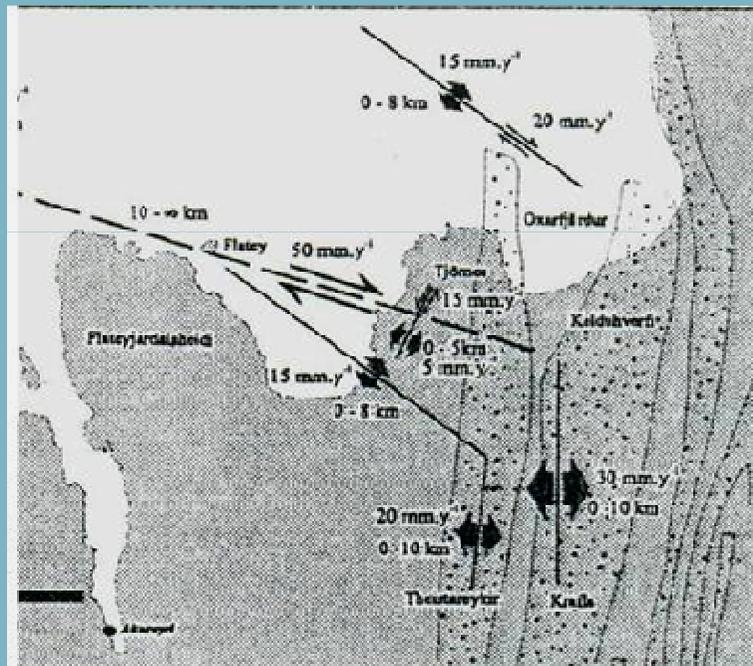
Seismicity in NE Iceland 1986-1988



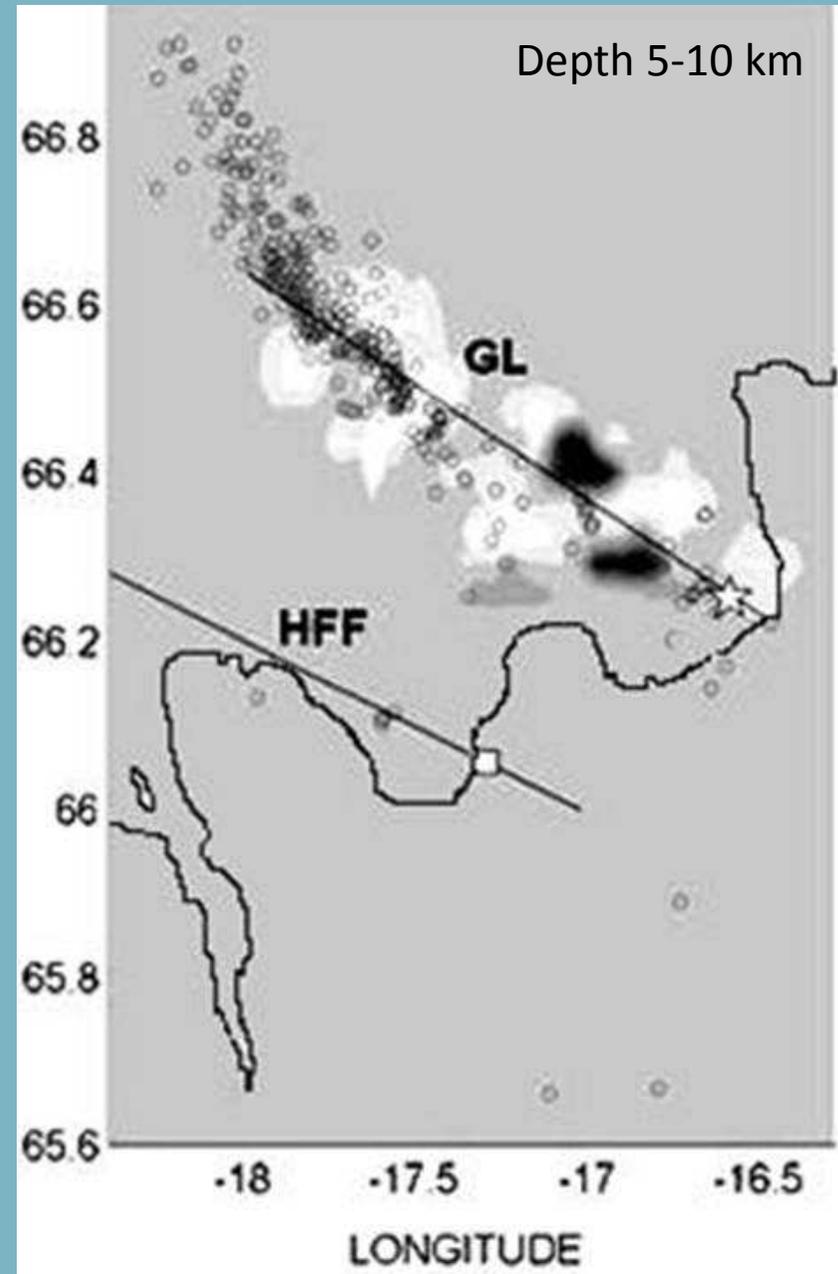
Результаты применения Метода вычитания выбранных аномалий (рисунок слева) и Метода модификации исключения Гаусса (рисунок справа)

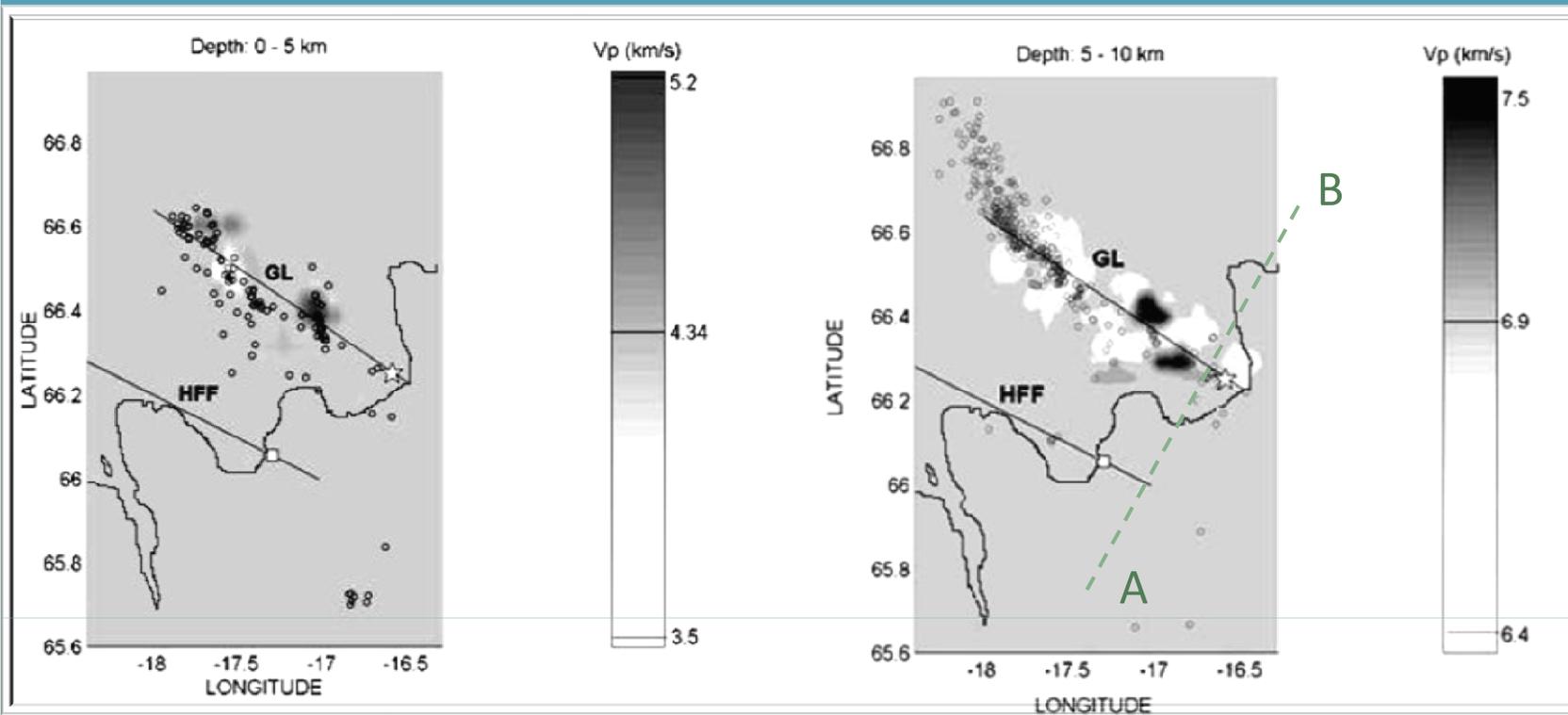


Seismic risk at the rift-transform junction in north Iceland , F.Jouanne, T.Villemin, V.Ferber, C.Maveyraud, J.Ammann, O.Henriot, J-L.Got, Geophys.Res.Let.(1999)

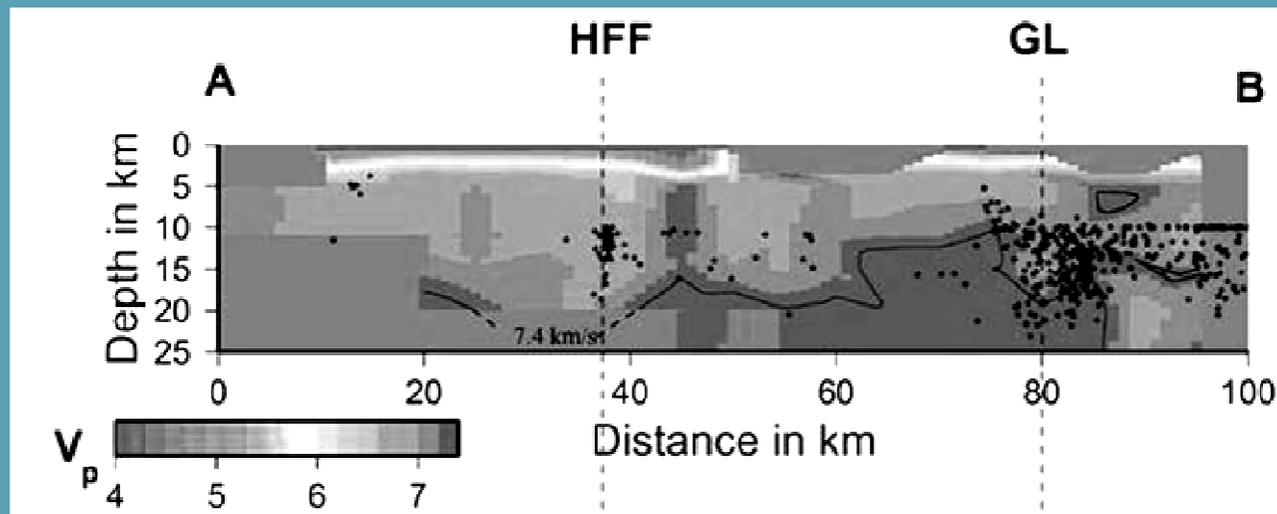


Dotted lines: major dislocation simulating a fault locked at 10 km depth





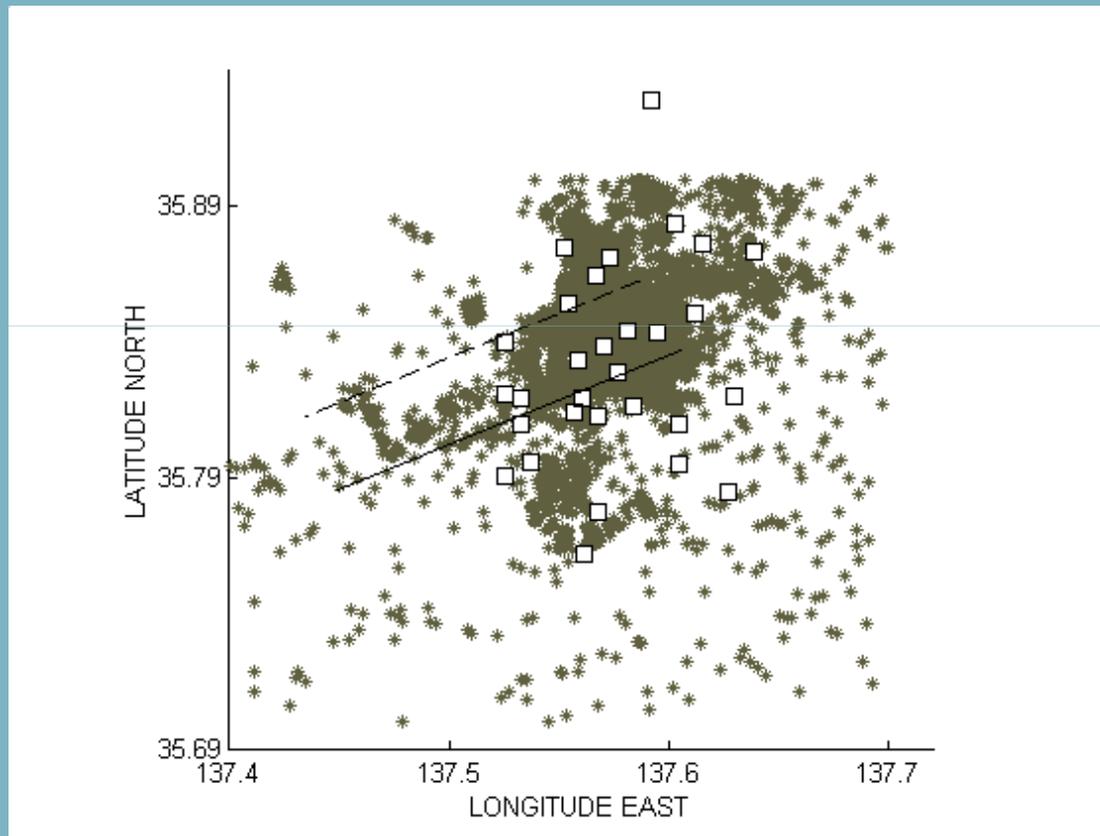
4000 rays



44000 rays

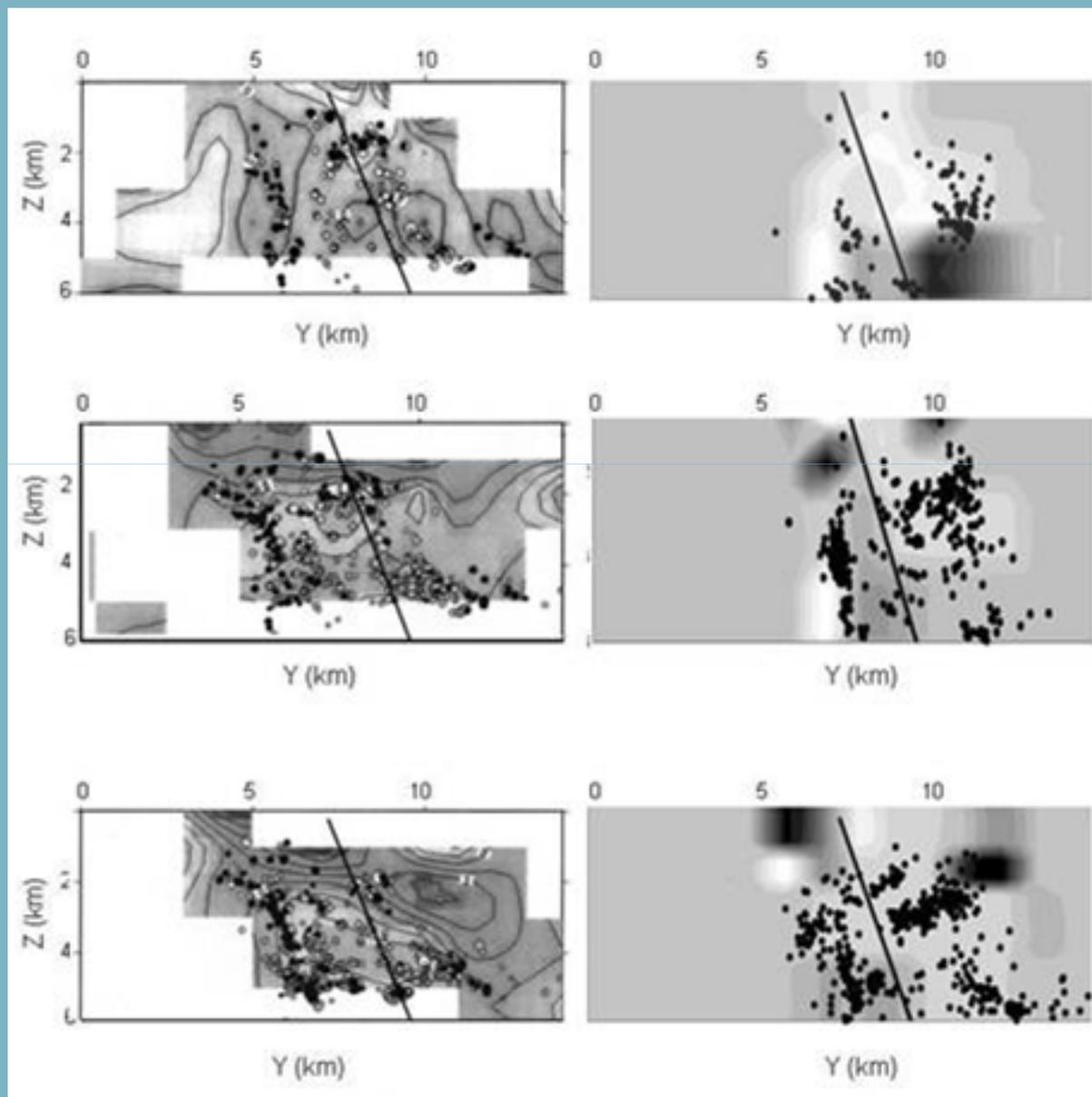
After C.Riedel et al., Journal of Seismology (2005)

Применение общепринятого метода Ланцоша и Метода Модификации исключения Гаусса к району разлома Нагано (Центральная Япония)



Данные 8000 афтершоков, которые были собраны в течение 1995-1998 после Нагано-Сейбу землетрясения, произошедшего в 1984 с $M=6,8$.

Результаты общепринятого метода Ланцоша (слева) и Метода Модификации исключения Гаусса (справа)



ВЫВОДЫ

Результаты применения инновационных технологий сейсмической томографии к одним и тем же районам мира позволяют утверждать, что **очаги землетрясений - на границе скоростных контрастов и в зонах заниженных значений скорости**

Однако, принимая во внимание показатели тестирования методов, вывод становится однозначным, а именно, **очаги - в зонах заниженных значений скорости**

Большое всем спасибо за внимание!

