

Καταστροφικά φαινόμενα: Το αρχείο των απολιθωμάτων

Γιώργος Ηλιόπουλος

Καταστροφικά Φαινόμενα

- Σύγκρουση με αστρικά σώματα (μετεωρίτες, κομήτες)
- Κοσμική ακτινοβολία
- Ενδογενείς διεργασίες (Σεισμοί, Ηφαίστεια, Τσουνάμι)
- Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών και αλλαγή κατανομής ξηράς και θάλασσας
- Κλιματική αλλαγή
- Έντονα κλιματικά φαινόμενα (Καταιγίδες, θύελλες, κυκλώνες, πλημμύρες)
- Πυρκαγιές
- Ασθένειες

Καταστροφικά Φαινόμενα

- Με μακροχρόνια επίδραση (πχ. Κλιματική αλλαγή)
- Με μικροχρόνια επίδραση (πχ. Τσουνάμι)
- Παγκόσμιου χαρακτήρα
- Τοπικού χαρακτήρα

Καταστροφολογία στη Γεωλογία

- Καταστροφισμός (Cuvier)
- Ομοιομορφισμός (Hutton)
- Βαθμιαίες αλλαγές (Lyell)

Διακοπτόμενος Ομοιομορφισμός

Καταστροφισμός (Cuvier 1769-1832)

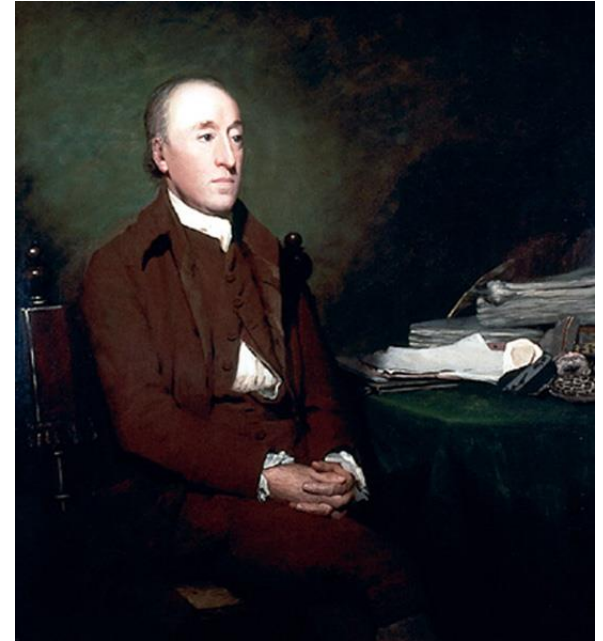
Απότομες αλλαγές στα απολιθώματα μετά από ασυνέχειες, που οφείλονται σε καταστροφικές πλημμύρες



Πίστευε ότι τα προϊστορικά ζώα ήταν διαφορετικά από τα σημερινά, και όσο παλαιότερα τόσο πιο διαφορετικά. Σχολή της σταθερότητας των ειδών

Theory of the Earth

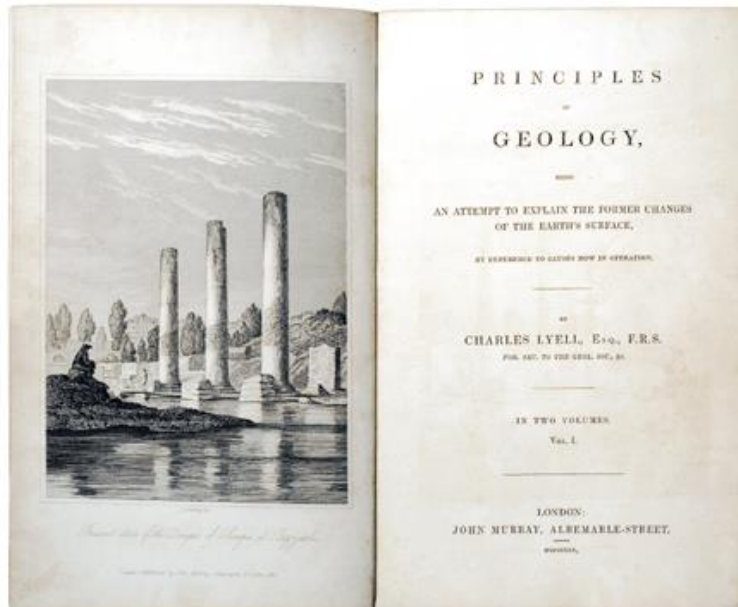
- Hutton, 1785
- Πατέρας της σύγχρονης Γεωλογίας
- Η γη ένα δυναμικό σύστημα
- Η έννοια του γεωλογικού χρόνου
- Ο κόσμος κυριαρχείται από κύκλους
- Ομοιομορφισμός



Charles Lyell 1797-1875

(Βαθμιαίες αλλαγές)

Οι φαινομενικά απότομες αλλαγές στα απολιθώματα σε μία στρωματογραφική ακολουθία, οφείλονται σε στρώματα που έχουν διαβρωθεί και λείπουν λόγω μίας ασυνέχειας. Η Γη παλαιότερη από 300 εκ. έτη.



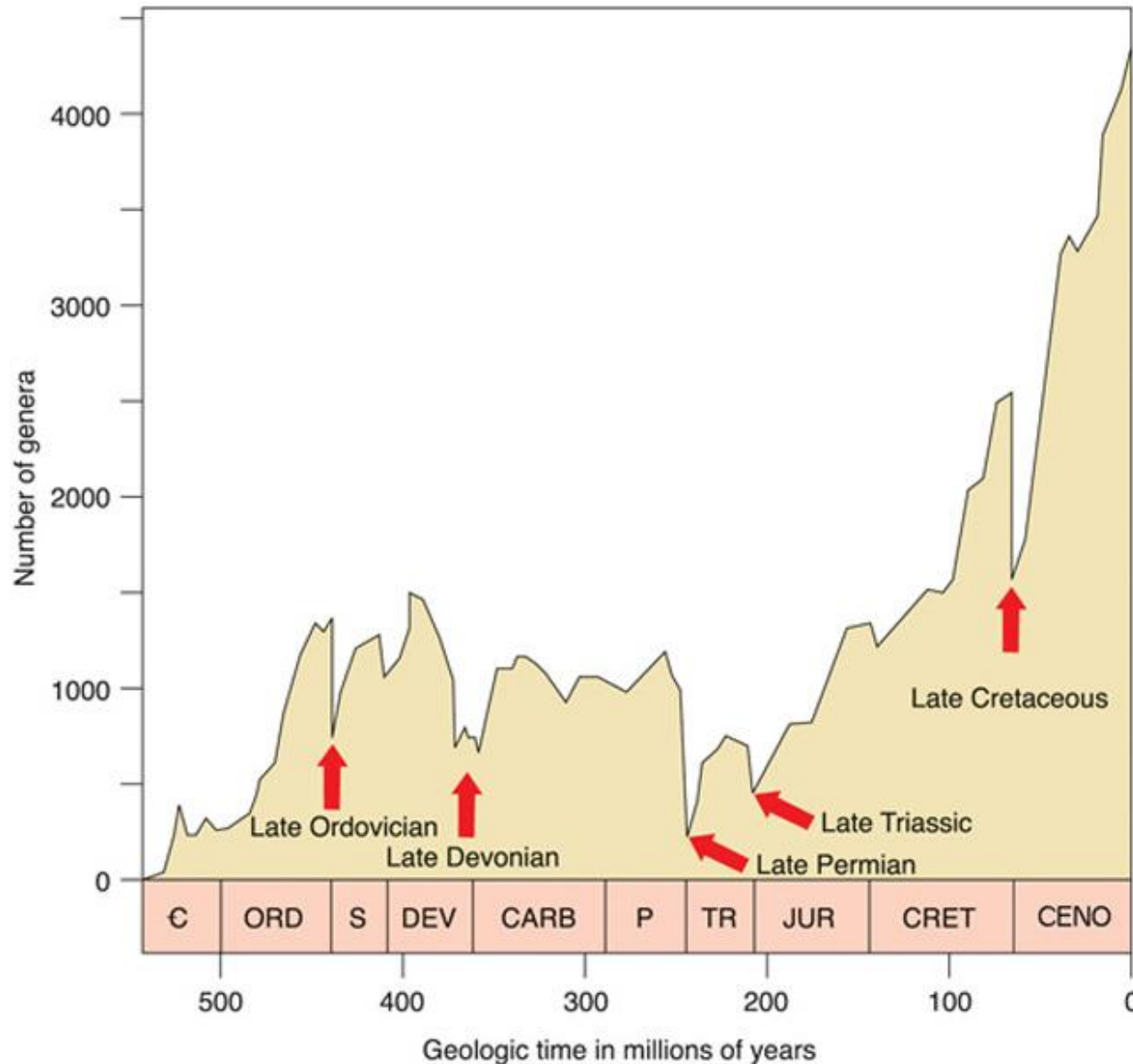
Εξαφανίσεις

- Φυλετική εξαφάνιση ή ψευτοεξαφάνιση
Ένα είδος χάνεται καθώς εξελίσσεται σε ένα άλλο
- Τελική εξαφάνιση
Χάνεται ο συνολικός πληθυσμός ενός είδους χωρίς
κάποιο απόγονο
- Μαζική εξαφάνιση
- Τάξα Λάζαροι: οργανισμοί που στο αρχείο των απολιθωμάτων μοιάζουν εξαφανισμένοι για μεγάλο διάστημα και εμφανίζονται ξανά

Μαζική εξαφάνιση

- Παγκόσμιο χαρακτήρα
- Και σε θάλασσα και σε ξηρά
- Αφορά μεγάλο αριθμό διαφορετικών οργανισμών

Οι μαζικές εξαφανίσεις



1. Αν. Ορδοβίσιου
2. Αν. Δεβονίου
3. Αν. Περμίου
4. Αν. Τριαδικού
5. Αν. Κρητιδικού

Τι προκάλεσε τις εξαφανίσεις;

Πολλές υποθέσεις που προσπαθούν να εξηγήσουν την αιτία αυτών των εξαφανίσεων:

1. Εξωτερική ή εξωγήινη καταστροφική αιτία πυροδοτεί το συμβάν.
2. Συμβάντα που λαμβάνουν χώρα πάνω στην γη χωρίς εξωτερικές επιρροές.

Εξωτερική ή εξωγήινη καταστροφική αιτία

- Σύγκρουση με αστεροειδή;
- Σύγκρουση με κομήτη;
- Κοσμική ακτινοβολία από γειτονικό σουπερνόβα;

Εσωγήινοι παράγοντες

1. Ηφαιστειακές εκρήξεις
2. Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών, κατανομή ηπείρων
3. Κλιματικές αλλαγές που σχετίζονται με την αλλαγή κατανομής ξηράς - θάλασσας
4. Παγετώνες και μείωση των επιηπειρωτικών θαλασσών με την πτώση της στάθμης της θάλασσας
5. Αλλαγή στη σύσταση του νερού των ωκεανών
6. Έκκλιση μεθανίου
7. Βιολογικοί λόγοι (διαειδικός ανταγωνισμός, μικροί πληθυσμοί, μικρή γεωγραφική εξάπλωση, θήρευση)
8. Αρρώστιες? Ιοί?
9. Όλα αυτά μαζί!!

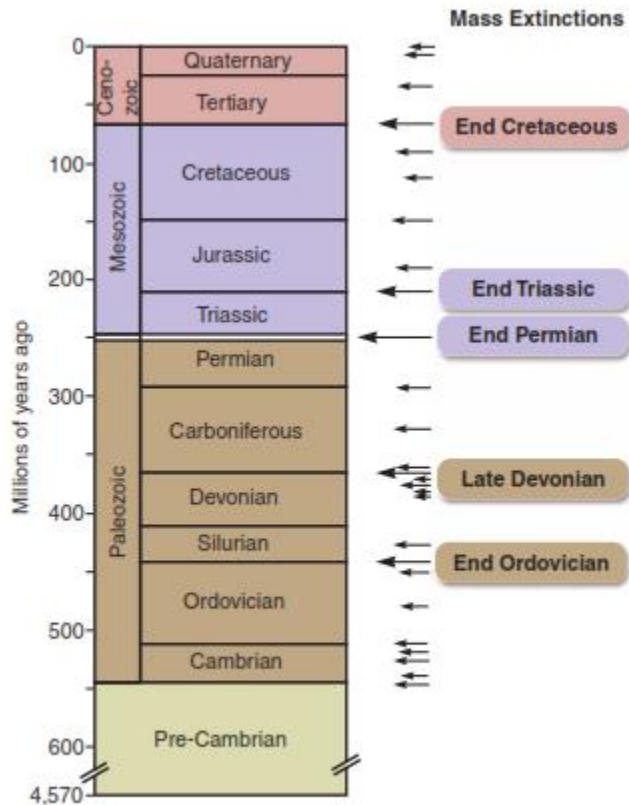


FIGURE 17.17 Geologic timescale showing mass extinctions. The bigger the extinction, the bigger the arrow.

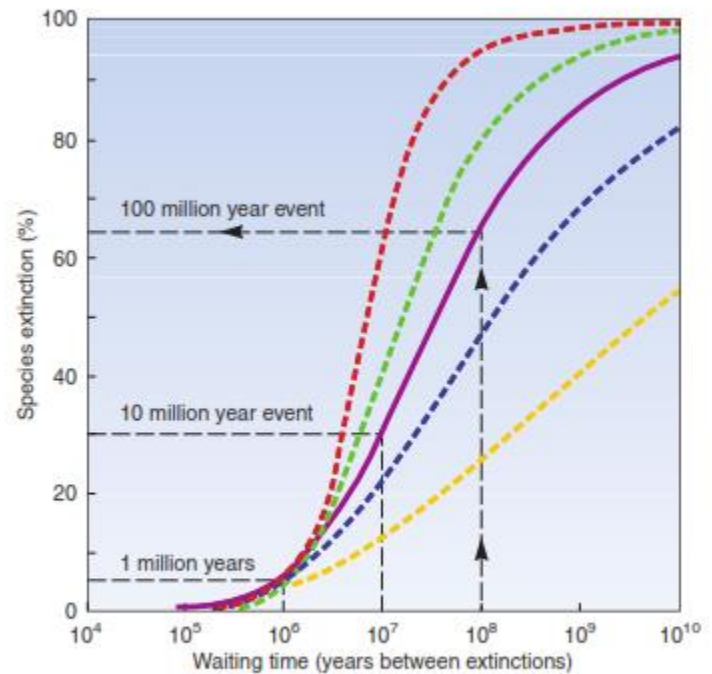


FIGURE 17.18 Extinction-frequency curves. The solid purple line is a best-estimate curve. For example, approximately every 100 million years (10^8 years), up to 65% of species may die out.

Σύγκρουση με αστρικά σώματα



Hale – Bopp κομήτης 1997

Κομήτες

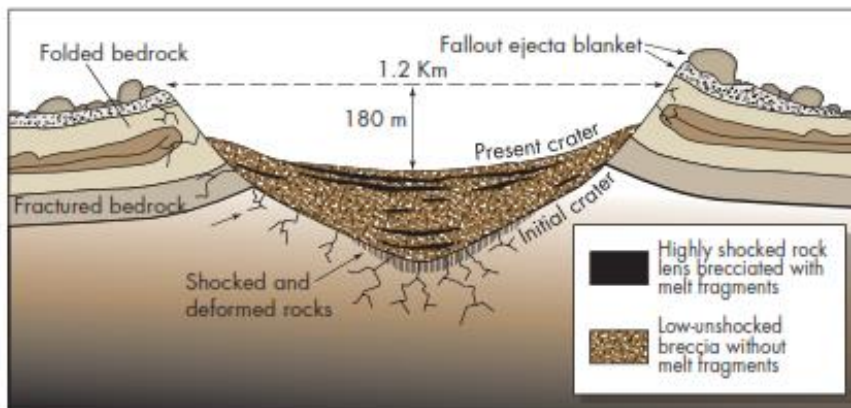


- Δάσος Tungusta, Siveria 1908, το ωστικό κύμα εναέριας έκρηξης κομήτη ισοπέδωσε δέντρα (και όχι μόνο) σε έκταση 2000km²
- Τέτοιου τύπου συγκρούσεις μπορεί να λαμβάνουν χώρα κάθε 1000 έτη
- Οι συνέπειες προφανείς

Μετωρίτες

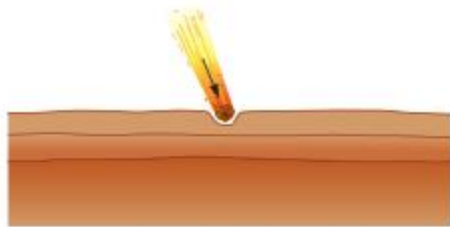


(a)

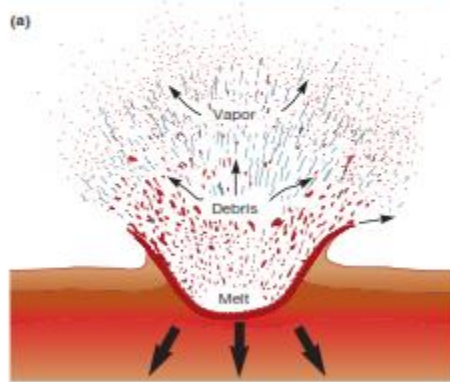


(b)

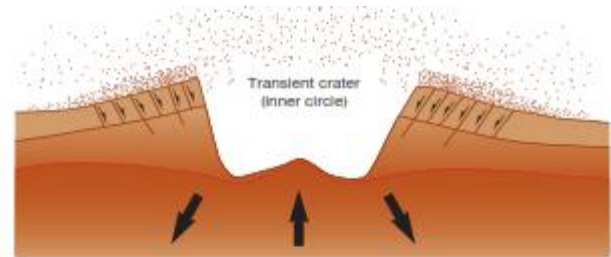
◀ **FIGURE 14.9 SIMPLE IMPACT CRATER IN ARIZONA** (a) Barringer Crater, Arizona (about 49,000 years old). The crater is about 1.2 km (0.7 mi.) across and 180 m (590 ft.) deep. (Charles O'Rear/Corbis) (b) Generalized cross section of features associated with the crater. Simple impact craters like this typically have raised rims and no central uplift or peak. (Modified after Grieve, R., and Cintala, M. 1999. *Planetary impacts*. In P. R. Weissman, L. McFadden, and T. V. Johnson, eds., *Encyclopedia of the solar system*. San Diego, CA: Academic Press)



(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 16.18 Impact of a meteoroid. (a) An incoming meteoroid heavier than 350 tons may be moving faster than 50,000 km/hr (30,000 mph). (b) The impact shock causes such high temperatures and pressures that most of the meteoroid and crater rock are vaporized and melted. (c) The release wave following the shock wave causes the center of the floor in the transient crater to rise. (d) The fractured walls fail and slide into the crater, creating a wider and shallower final crater.



FIGURE 16.4 The Manicouagan impact crater formed about 214 million years ago in Late Triassic time, in northern Quebec, Canada. It is 75 km (45 mi) across, but probably exceeded 100 km before glacial erosion stripped away its upper levels.
Photo © NASA and Science Graphics.

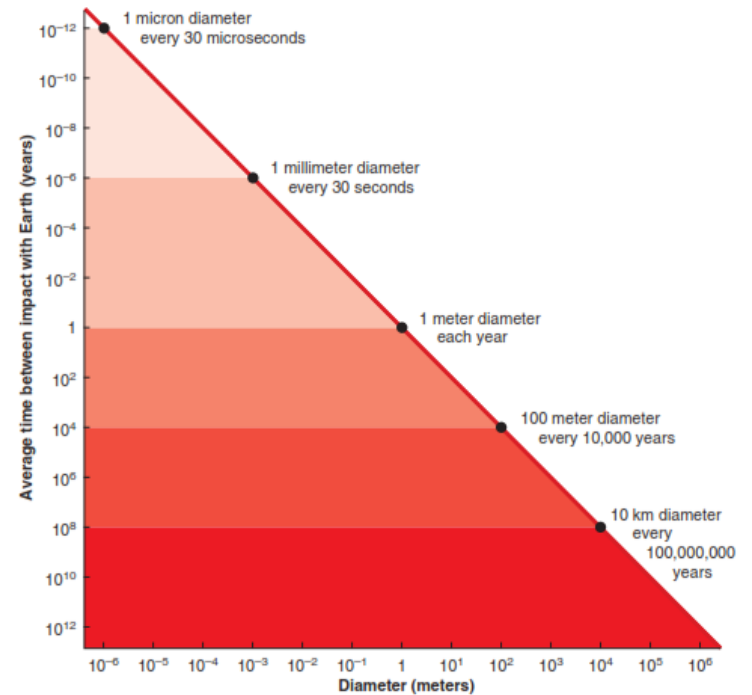


FIGURE 16.13 Frequency versus size of impacting space debris.

100.000 μετεωροειδή πέφτουν στη γη
την ημέρα

Παράδειγμα: Chicxulub Μεξικό

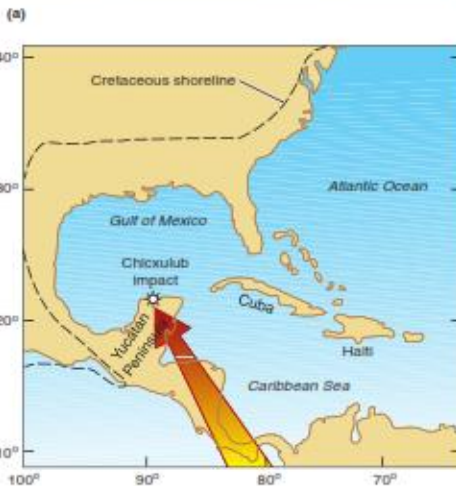
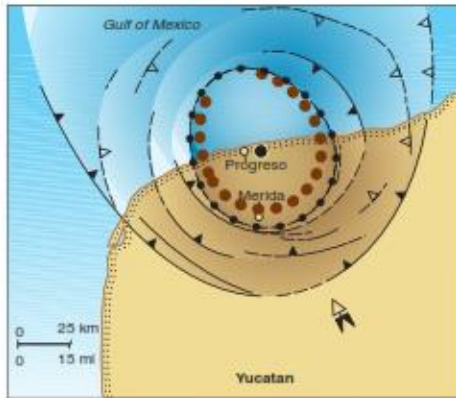
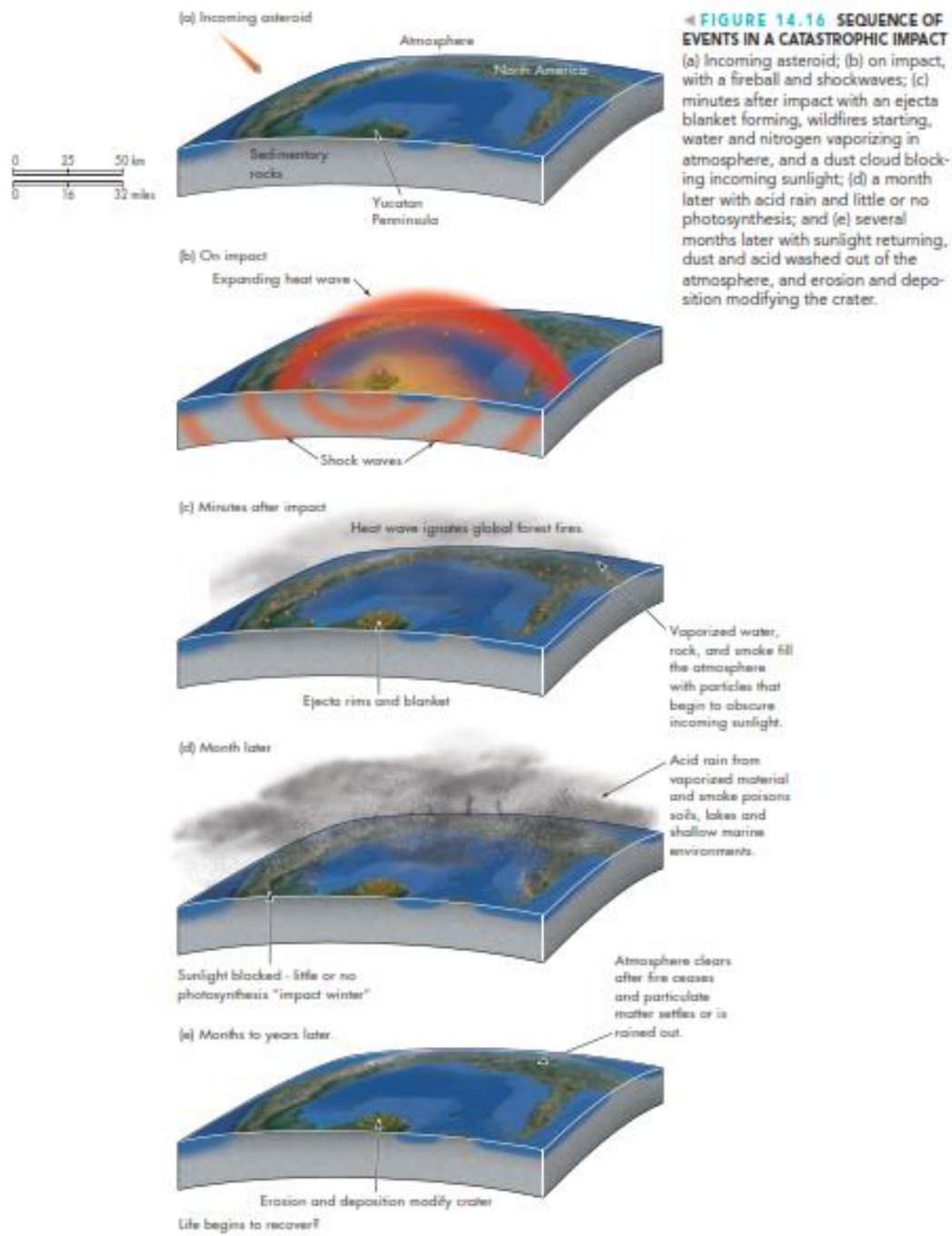


FIGURE 16.25 (a) A buried impact crater is shown on the tip of the Yucatan Peninsula. Notice how the gravity data appear to open to the northwest, suggesting that the asteroid came from the southeast. (b) An approximate path of the K/T asteroid. Its impact would have sent a superhot vapor cloud over North America.

- Στο Τέλος του Κρητιδικού
- Κορύφωση της 5^{ης} μαζικής εξαφάνισης
- Σεισμός έντασης 11.3!
- Τεράστιο τσουνάμι
- Τοπικές ή μεγαλύτερης έκτασης φωτιές, πρέπει να κάηκαν τα δάση Β. Αμερικής, Ινδίας καθώς και σε περιοχές του Ισημερινού
- Τεράστιες ποσότητες νιτρικών οξειδίων στην ατμόσφαιρα που έπεσαν σαν όξινη βροχή
- Τεράστιες ποσότητες σκόνης και αιθάλης στην ατμόσφαιρα θα εμπόδισαν την ηλιακή ακτινοβολία, κρύο και μείωση φωτοσύνθεσης για εβδομάδες έως μήνες
- Εξάτμιση νερού και ανθρακικών πετρωμάτων
- Στη συνέχεια υδρατμοί και CO₂ παρέμειναν στην ατμόσφαιρα προκαλώντας φαινόμενο θερμοκηπίου για χρόνια (αύξηση μέχρι και 10°C)



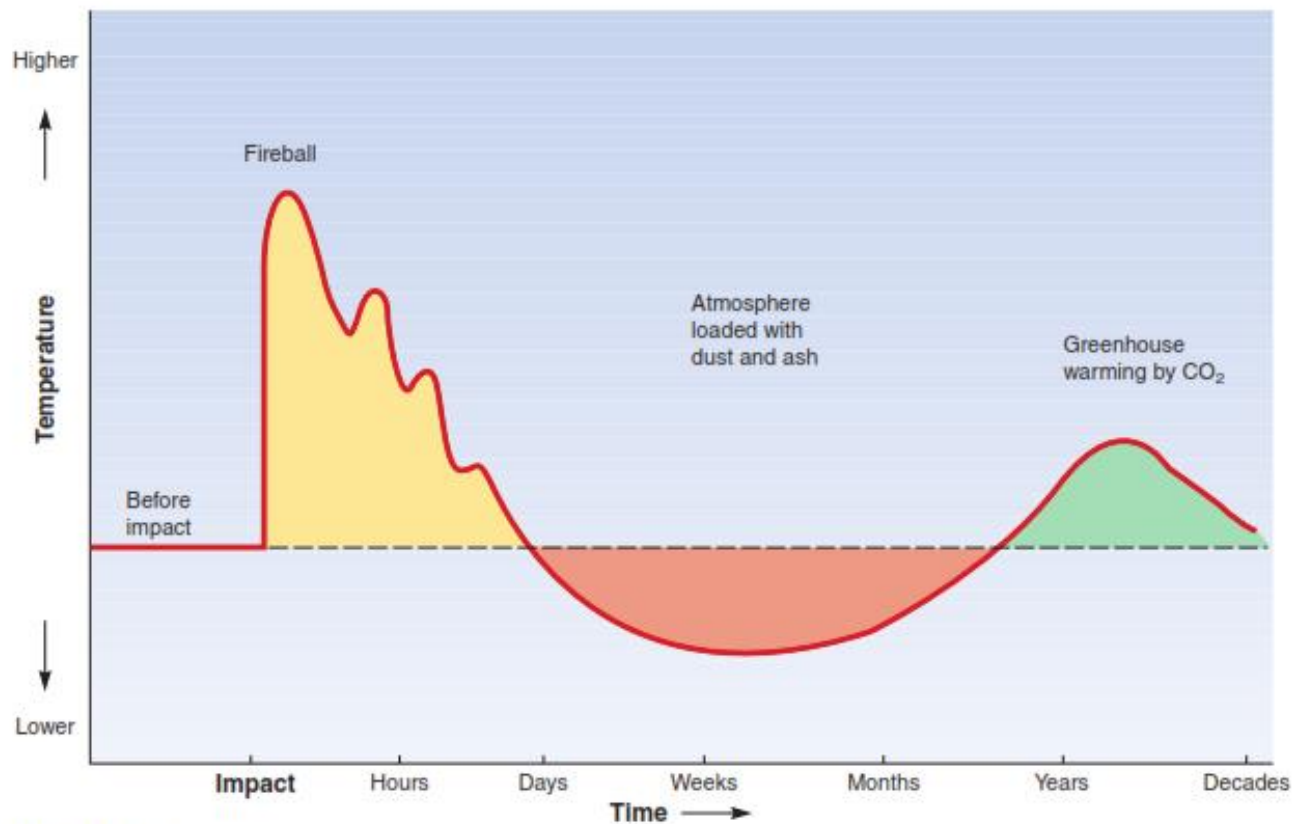


FIGURE 16.26 The impact of the K/T asteroid had marked effects on Earth's surface temperatures. First, there was a fireball, followed by hot gases that lasted for many hours. Second, temperatures dropped to wintry conditions as airborne dust and soot blocked much incoming sunlight for several months. Third, after the dust settled, CO₂ remained aloft, creating a greenhouse effect that lasted for years.

After David A. Kring. "Impact Events and Their Effect on the Origin, Evolution and Distribution of Life." *GSA Today*, v. 10, no. 8 (2000), p. 4.

Οι εξαφανίσεις

- Οι εξαφανίσεις δεν συνέβησαν ταυτόχρονα.
- Πολλές ομάδες έσβησαν σταδιακά, ενώ άλλες **απότομα** (λόγω της σύγκρουσης).
- Στην ξηρά μόνο μικρά ζώα επιβίωσαν. Το 65% των θηλαστικών επιβίωσε.
- Από τα ερπετά μόνο οι χελώνες, τα φίδια, οι σαύρες και οι κροκόδειλοι επέζησαν.
- Περισσότερο από το 75% του θαλάσσιου πλαγκτόν εξαφανίστηκε.

Οι εξαφανίσεις

Επηρεάστηκαν τα ζώα και στην θάλασσα και στην ξηρά. Εξαφανίστηκαν τελείως τα παρακάτω:

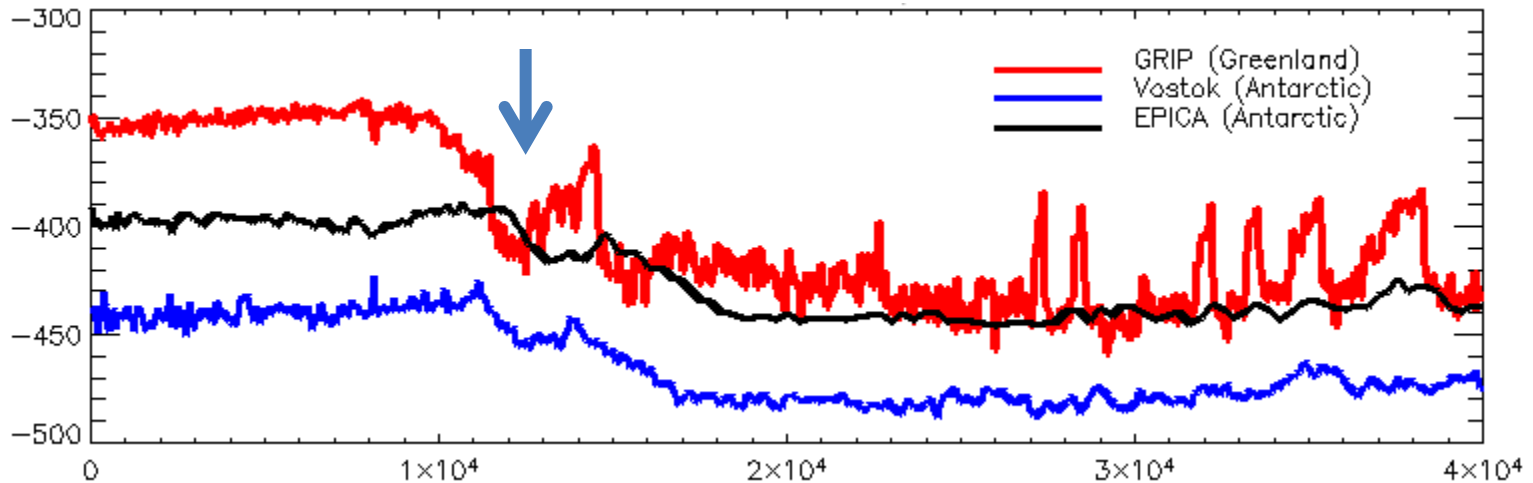
- Δεινόσαυροι
- Πτερόσαυροι
- Αμμωνίτες
- Μεγάλα θαλάσσια ερπετά (ιχθυόσαυροι, πλησιόσαυροι και μοσάσαυροι)
- Ρουδιστές
- Και πολλά άλλα ασπόνδυλα τάξα

Οι εξαφανίσεις

Μειώθηκαν δραστικά αρκετές ομάδες, εξαλείφοντας ακόμα και ολόκληρες οικογένειες. Κάποια από αυτά είχαν πολύ λίγους επιζώντες:

- **Κοκκολιθοφόρα**
- **Πλαγκτονικά τρηματοφόρα**
- **Ραδιολάρια**
- **Μπελεμνίτες**
- **Εχινοειδή**
- **Βρυόζωα**

Younger Dryas (12900-11700)



- Πιθανή σύγκρουση με έναν σιδηρομετεωρίτη/ **κομήτη**
- Στρώμα με υψηλή συγκέντρωση Πλατίνας, Ιριδίου, σφαιρίδια, ύελος, νανοδιαμάντια
- Kinzie et al. (2014) νανοδιαμάντια σε ιζήματα με ηλικία 12800 που επιβεβαιώνουν την υπόθεση
- Σημαντική επίδραση στο κλίμα και τα οικοσυστήματα, κυρίως στο Β. ημισφαίριο
- 53 θέσεις

Younger Dryas (12900-11700)

White Pond

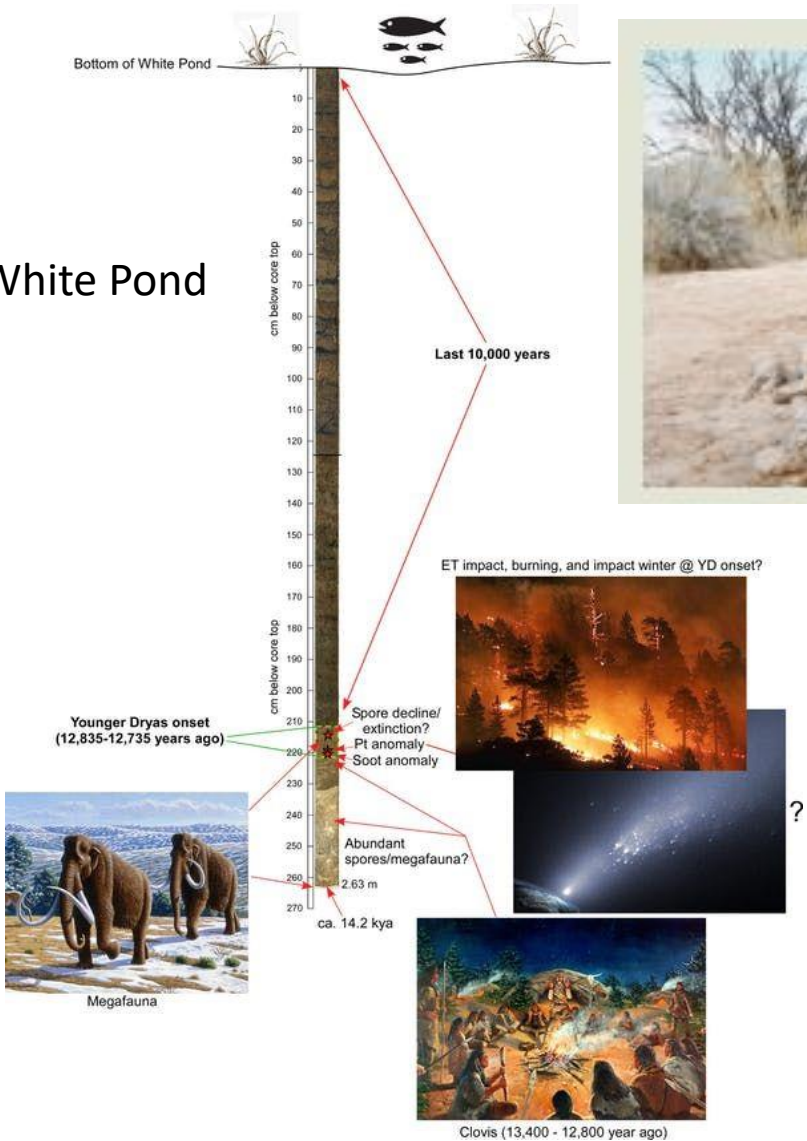
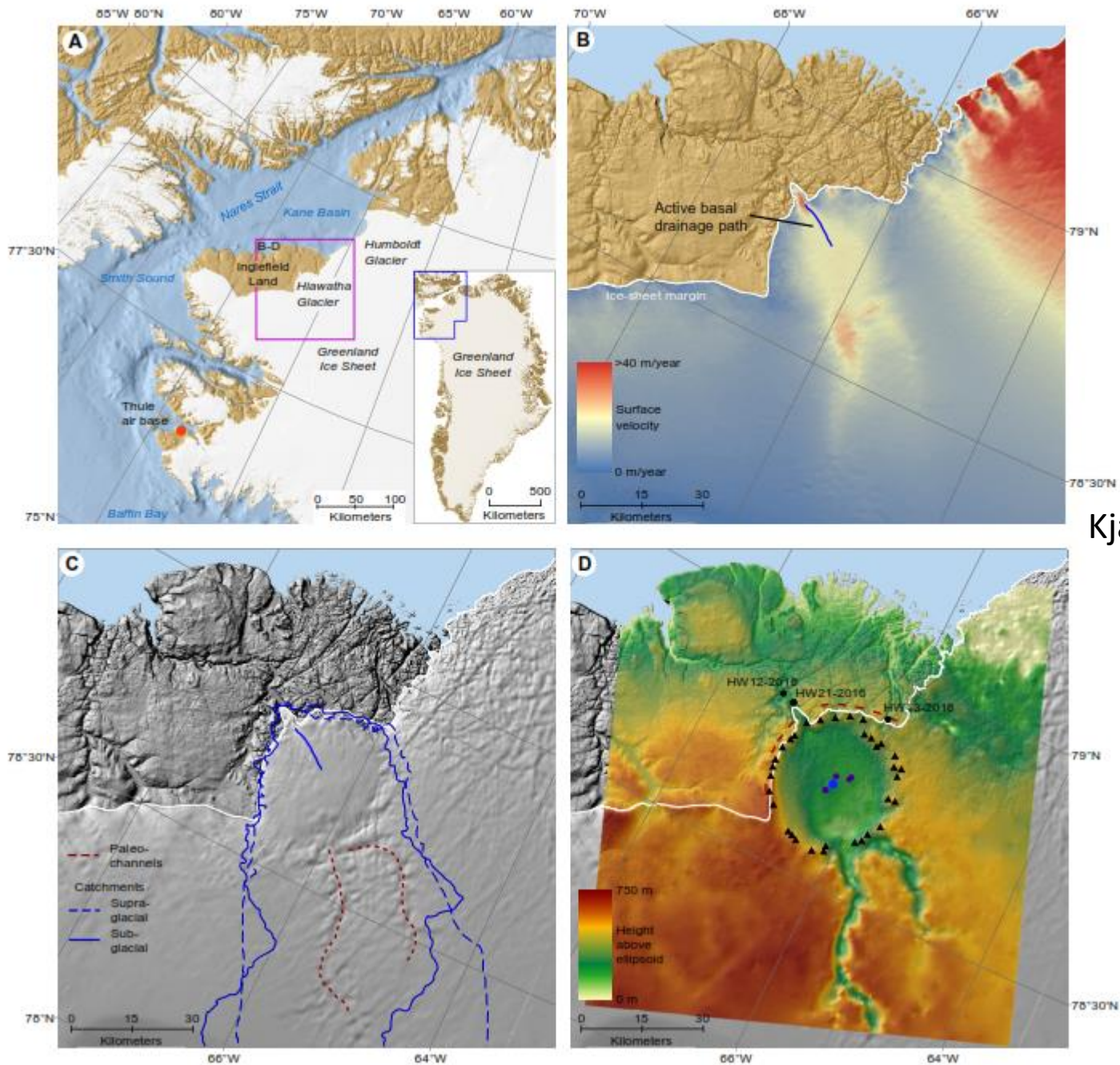
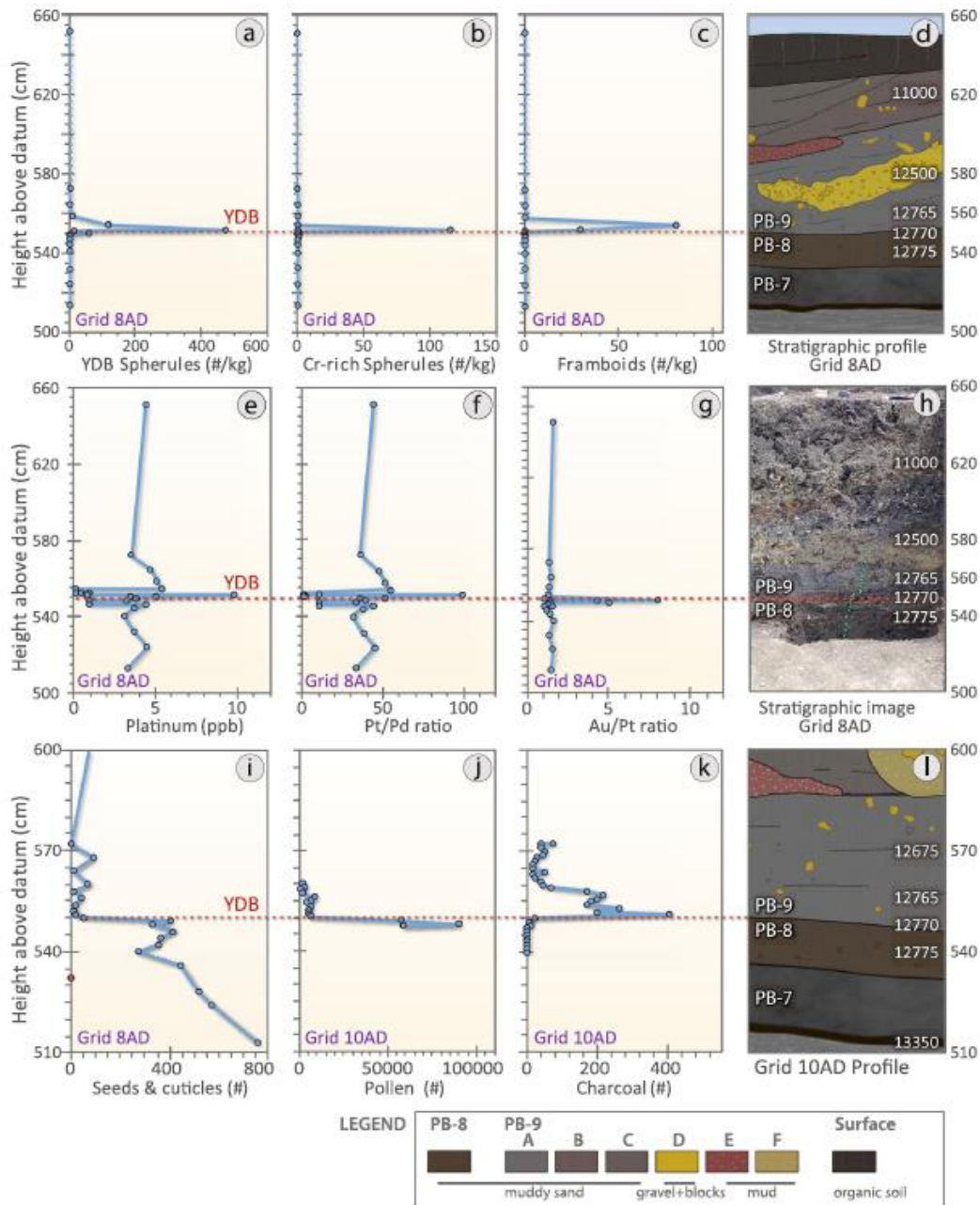


FIGURE 14.D BLACK LAYER AT THE YOUNGER DRYAS BOUNDARY Called the "black mat," this carbon-rich layer at the Murray Springs, Arizona, mammoth-kill site drapes mammoth bones that were butchered by Clovis hunters. A black layer of similar composition marks the Younger Dryas boundary in many places in North America and Europe. (GeoScience Consulting)

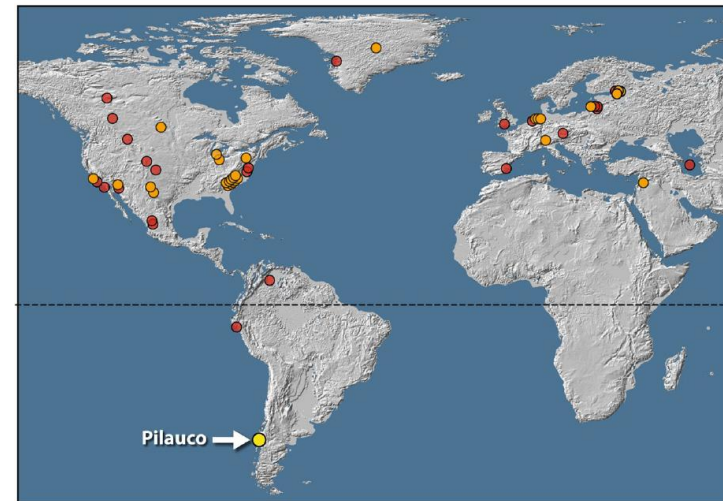
- 12800 έτη πριν



Kjaer et al., 2018



Pilauco, Chile
Pino et al., 2019





Younger Dryas (12900-11700)

- Εκτεταμένες πυρκαγιές
- Κλιματική αλλαγή
- Τροποποίηση χλωρίδας, συνεισφορά στις εξαφανίσεις μεγαπανίδας
- χάνεται ο πολιτισμός των Clovis στην Β. Αμερική
- Πτώση θερμοκρασίας έως και 5°C (από απολιθωμένα σκαθάρια στην Βρετανία)
- Αύξηση παγοκαλυμμάτων επέκταση προς νότο



Κοσμική ακτινοβολία

- Η γη δέχεται κοσμική ακτινοβολία και υποατομικά σωματίδια από τον ήλιο.
- Η ροή τους ποικίλλει καθώς η ένταση της ηλιακής δραστηριότητας αλλάζει ή συμβαίνει έκρηξη σουπερνόβα στην αστρική μας «γειτονιά».
- Το μαγνητικό πεδίο της γης και η ατμόσφαιρα (στοιβάδα όζοντος κυρίως) εκτρέπουν ή απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος
- Η ένταση του πεδίου αλλάζει επίσης
- Κατά τη διάρκεια έντονης ακτινοβολίας ή/και μειωμένης δράσης των «ασπίδων προστασίας» του πλανήτη αυξάνει το ποσοστό της ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης
- Τότε η ακτινοβολίες μπορεί να είναι θανατηφόρες ή να προκαλέσουν σημαντικές γενετικές μεταλλάξεις
- Μέχρι στιγμής στο αρχείο των απολιθωμάτων δεν έχουν βρεθεί τέτοιες ενδείξεις

Ενδογενείς διεργασίες (Ηφαίστεια)

- Ροές λάβας
- Πυροκλαστική δραστηριότητα, ροές
- Δηλητηριώδη αέρια
- Ροές συντριμμάτων
- Ροές λάσπης (Λαχάρ)

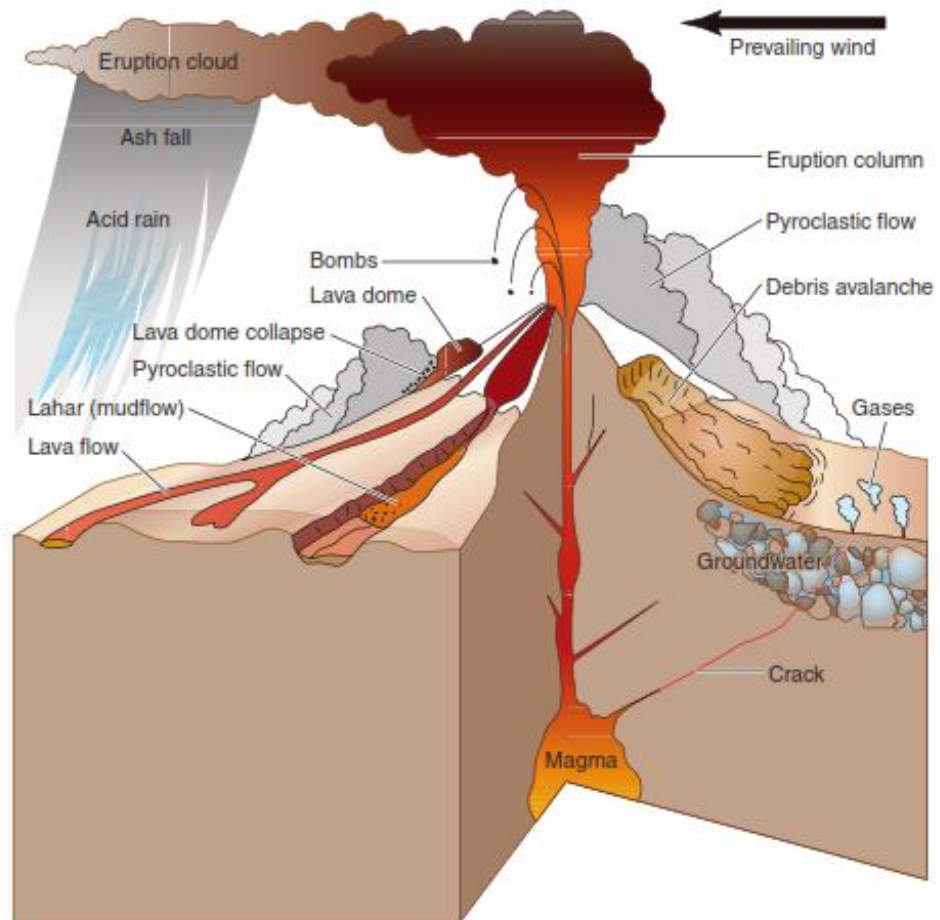
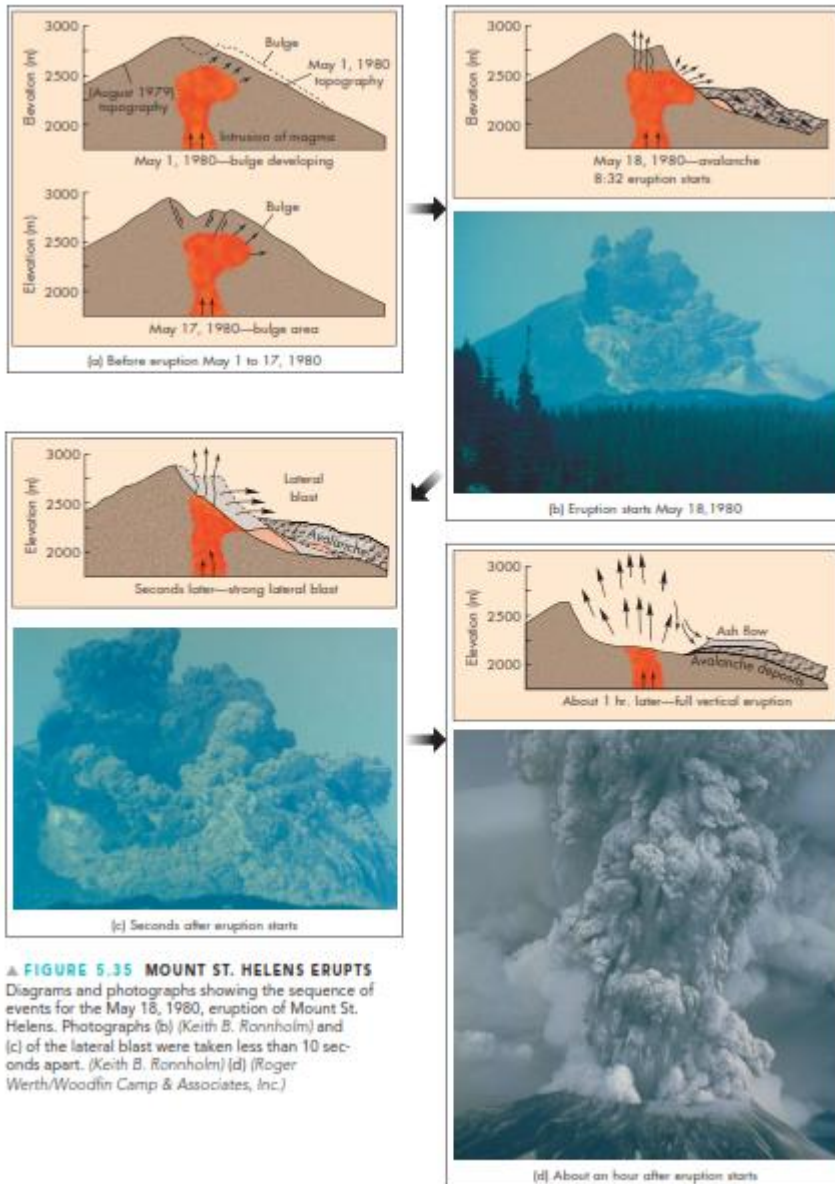


FIGURE 7.22 Volcanoes operate many life-threatening natural hazards.
 Source: US Geological Survey Fact Sheet 002-97 (1997).

Ηφάιστειο Αγίας Ελένης



Μάρτιος- Μαιος 1980, Πολιτεία
Ουάσινγκτον ΗΠΑ

350 km² δάσους ή άλλων οικότοπων
καταστράφηκαν

Πάρα πολλά ζώα πέθαναν από ασφυξία, το
ωστικό κύμα, τραυματισμούς από δέντρα,
ηφαιστειακές βολίδες

Ηφαίστειο Αγίας Ελένης

- Δημογραφία θανάτου σε *Cervus canadensis* έδειξε κατανομή U άρα καταστροφική θνησιμότητα

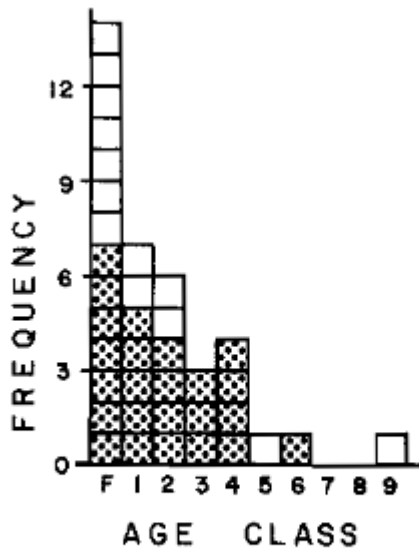
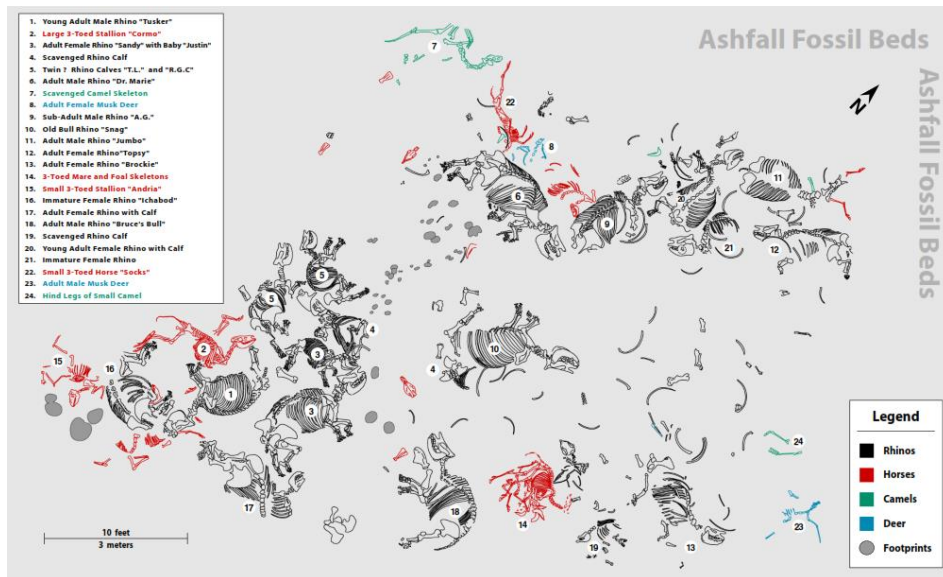


Figure 6. Elk mortality profile for sites 1-5. Shaded area represents site 1 sample (N=24). Total graph is all ageable elk from the five sites (N=37).

Ashfall fossil beds Nebraska

- 12 εκ. έτη Μέσο προς ανώτερο Μειόκαινο
- Νεμπράσκα ΗΠΑ
- Τα περισσότερα ζώα επέζησαν από την αρχική έκρηξη αλλά καθώς συνέχισαν να βρίσκονται στην περιοχή που είχε καλυφθεί από στάχτη οι πνεύμονες τους γέμισαν με τους γωνιώδεις κόκκους και άρχισαν να καταστρέφονται με αποτέλεσμα τα ζώα να αρχίσουν να πεθαίνουν.
- Τα μικρότερα πέθαναν πρώτα και τα μεγαλύτερα (ρινόκεροι) μετά από 3-5 εβδομάδες.
- Τα σώματα τους καλύφθηκαν από τη στάχτη που συνέχιζε να πέφτει ή να μεταφέρεται από τον αέρα
- Ίχνη των τελευταίων γευμάτων σε στόματα και στομάχια
- Καταστροφική θνησιμότητα





Απολιθωμένο δάσος Λέσβου



Απολιθωμένο δάσος Λέσβου

- 20 εκ. έτη, κατώτερο Μειόκαινο
- Ηφαιστειακή στάχτη κάλυψε τους κορμούς, και κάποια ζώα
- Πολλοί είχαν ήδη πέσει από το ωστικό κύμα
- Διαδοχικές εκρήξεις
- μικτά δάση κωνοφόρων ενώ στα χαμηλότερα επικρατούσαν τα πλατύφυλλα και οι φοίνικες
- *Prodeinotherium bavaricum*, πρώτη θέση στην Ευρώπη με προβοσκιδωτό (Proboscidean datum)

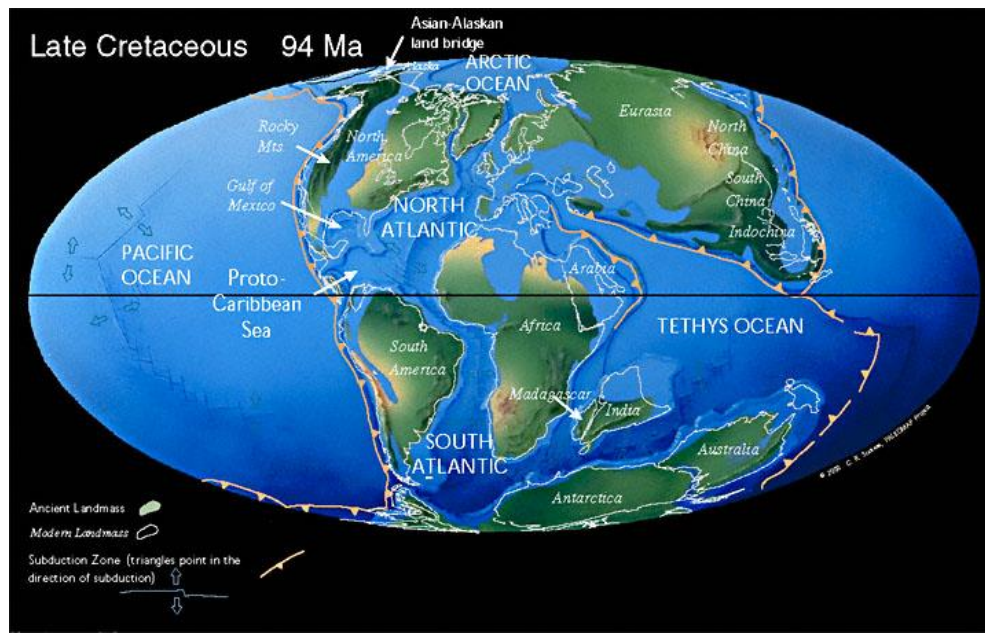
Ηφαιστεια

- Εκλύουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του θείου, που γίνεται θειικό οξύ στην ατμόσφαιρα και όξινη βροχή, που έχει σαν αποτέλεσμα την μεταβολή της αλκαλικότητας στους ωκεανούς, βάζοντας σε θανατηφόρο πίεση το πλαγκτόν (την βάση της τροφικής αλυσίδας) και έμμεσα επηρεάζει όλους τους οργανισμούς που εξαρτώνται από αυτό για τροφή
- Υποθαλάσσιες εκρήξεις τροποποιούν την χημεία και οξύτητα του νερού, δημιουργώντας όξινες συνθήκες και ανοξικά περιβάλλοντα, δημιουργώντας αντίξοες συνθήκες για τους οργανισμούς
- Πχ. Μαζική εξαφάνιση του Περμίου

Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών και αλλαγή κατανομής ξηράς και θάλασσας

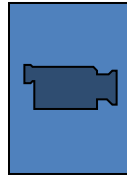


- Όταν υπήρχαν υπερήπειροι, η εκτεταμένη μάζα ξηράς εμπόδιζε την ισημερινή κυκλοφορία θαλάσσιων και αέριων μαζών με αποτέλεσμα τη μη ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας και πτώση της μέσης θερμοκρασίας. Τμήματα ξηράς πάνω από τους πόλους ευνοούσαν την ανάπτυξη παγετώνων και την περαιτέρω μείωση θερμοκρασίας



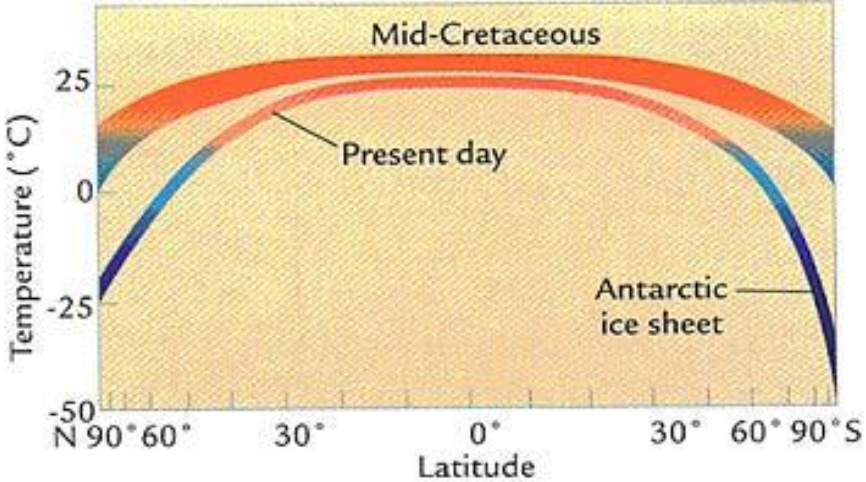
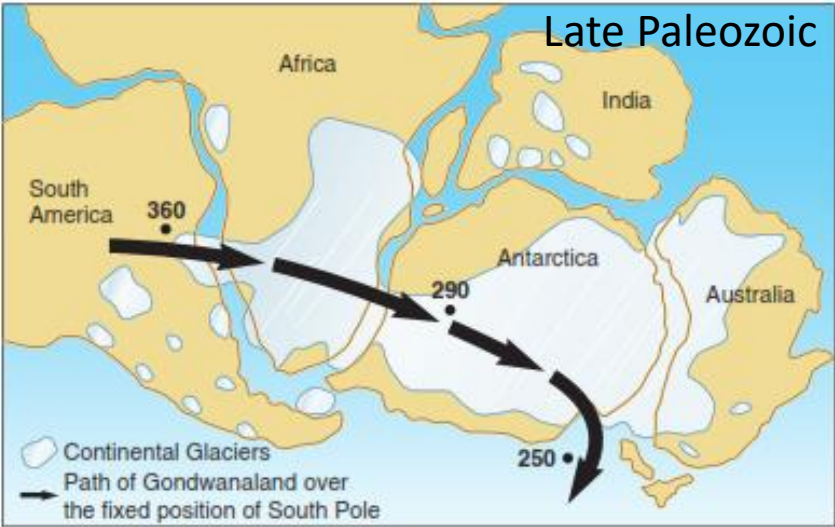
- Στη μέγιστη απόκλιση των ηπείρων η κυκλοφορία του θαλάσσιου νερού και των αέριων μαζών κατένειμε την θερμότητα ομοιόμορφα μεταξύ των ηπείρων και γενικά παντού στη γη.

Οι Λιθοσφαιρικές πλάκες!



Στις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών ευθύνεται επίσης και η σεισμικότητα και η ηφαιστειότητα

Late Paleozoic



Κλιματική αλλαγή

TABLE 12.1

Atmospheres of the Inner Planets

	Venus	Early Earth	Mars	Earth Today
CO ₂	96.5%	98%	95.3%	0.039%
N ₂	3.4%	1.9%	2.7%	78%
O ₂	Trace	Trace	0.13%	21%
Ar	0.01%	0.1%	1.6%	0.93%
Temperature °C	477	290	-53	16
Pressure (bars)	92	60	0.006	1

TABLE 12.2

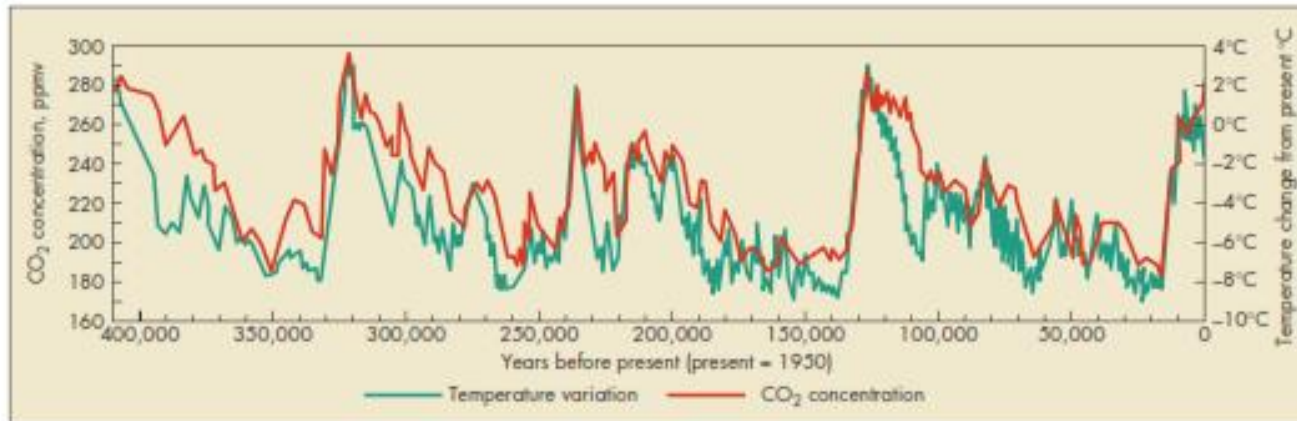
Carbon on the Earth
(in gigatons = 10⁹ metric tons)

Atmosphere	720
Oceans	
Total organic	1,000
Seawater layers	
Surface	670
Deep	36,730
Continents	
Living biologic mass	~800
Dead biologic mass	1,200
Fossil fuels (oil, coal, gas)	4,130
Organic matter in mudstone	15,000,000
Limestone	>60,000,000

- Αρχικά η ατμόσφαιρα της γης πλούσια σε CO₂
- Έντονο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Το CO₂ αρχικά μεταφέρεται από το νερό των κατακρημνίσεων στους ωκεανούς όπου αποτίθεται ως CaCO₃
- Στη συνέχεια αναλαμβάνει η «ζωή» αρχικά με τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς και στη συνέχεια ως σκελετικό συστατικό (CaCO₃) και οδηγεί στην περαιτέρω μείωση του CO₂
- Η μεγαλύτερη ποσότητα διοχετεύεται στους ασβεστόλιθους

Κλιματική αλλαγή

- Αν δεν υπήρχε CO_2 στην ατμόσφαιρα, η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης θα ήταν γύρω στους -18°C , και κατά συνέπεια η ζωή να ήταν διαφορετική
- Η γη πάντα επηρεαζόταν από ένα φαινόμενο του θερμοκηπίου, και η ζωή βρισκόταν πάντα σε δυναμική ισορροπία μαζί του
- Εκτός από το CO_2 στο φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλουν και οι υδρατμοί, το N_2O , το όζον, τα αερολύματα και κυρίως το μεθάνιο



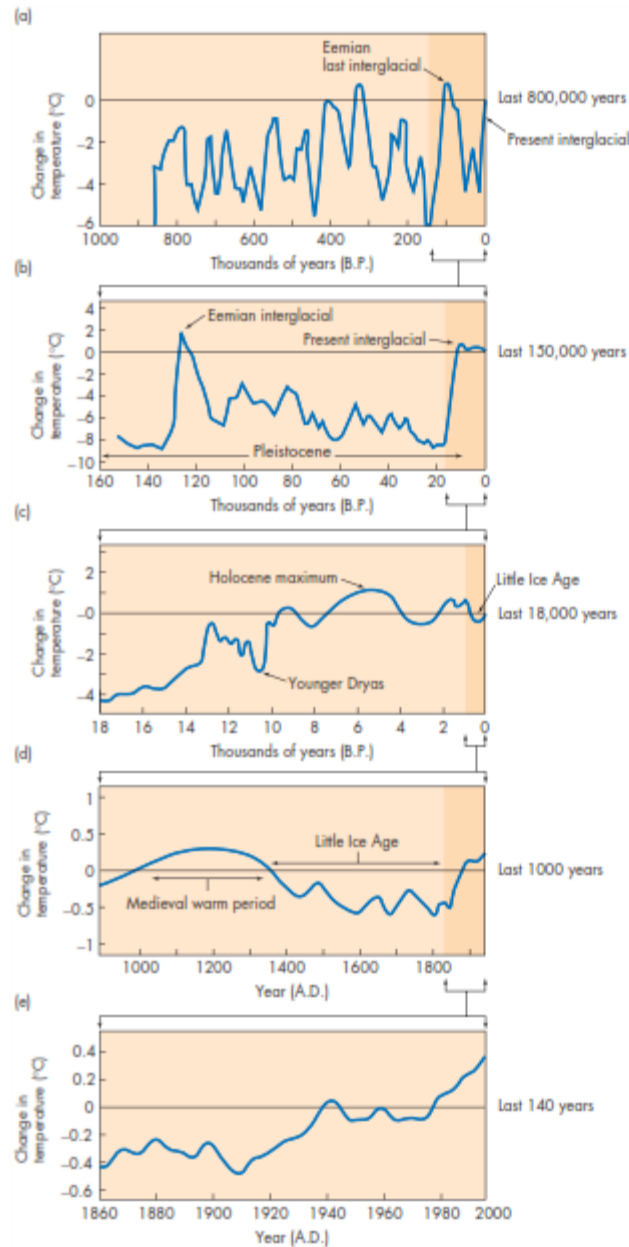
▲ FIGURE 12.9 AIR TEMPERATURE CHANGES CORRESPOND CLOSELY TO ATMOSPHERIC CO₂ Measurement of the carbon dioxide content in air bubbles and isotopic ratios in glacial ice from cores taken at Vostok, Antarctica, show that atmospheric CO₂ levels have corresponded closely to air temperature for more than 410,000 years. Records from other ice cores show a similar pattern extending back more than 800,000 years. (Modified from Petit, J. R., Jouzel, J., et al. 1999. *Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core in Antarctica. Nature* 399:429–36)

Κλιματική αλλαγή

- Λόγω κινήσεων των λιθοσφαιρικών πλακών
- Λόγω αστρονομικών κινήσεων της γης και μεταβολής της απόστασης της γης από τον ήλιο (πχ κύκλοι Milankovic)
- Λόγω ηφαιστειότητας στάχτη και αέρια προωθούνται προς την στρατόσφαιρα. Από το Pinatubo (Φιλιππίνες) το 1991 πτώση της θερμοκρασίας κατά 0.5°C . Από το Toba (Ινδονησία) πριν από 74000 έτη πτώση $3-5^{\circ}\text{C}$

Κλιματική αλλαγή

- Η ηλιακή δραστηριότητα κάνει τον ήλιο θερμότερο ή ψυχρότερο
- Άνοδος και πτώση της στάθμης της θάλασσας (Ευστατισμός)
- Το Γεωλογικό αρχείο μας δείχνει ότι οι παγετώδεις περίοδοι ευνοούνται όταν η θαλάσσια κυκλοφορία γίνεται με διεύθυνση Βοράς – Νότος και όχι Ανατολή – Δύση, οπότε θερμά νερά από τον ισημερινό κινούνται προς τους πόλους και δημιουργούν τα νέφη που θα παρέχουν το χιόνι για τη συσσώρευση πάγων στους πόλους



◀ **FIGURE 12.13 CHANGES IN GLOBAL TEMPERATURE** Change in temperature over different periods of time during the past million years. Graphs (a) to (d) are over time periods of 100,000 to 1000 years. The rapid rise from about 1900 to 2008 of nearly 0.9°C is shown on (e). Note the very rapid rise, since about 1970, of about 0.2°C per decade. See text for further explanation. (Modified after University Corporation for Atmospheric Research, Office for Interdisciplinary Studies. 1991. Science capsule, Changes in time in the temperature of the earth. *EarthQuest 5*[1]; and the UK Meteorological Office. 1997. Climate change and its impacts: A global perspective)

Έντονα κλιματικά φαινόμενα (πλημμύρες)

- Πλημμυρικές πεδιάδες ποταμών και παράκτιες πλημμύρες
- Όταν το νερό της απορροής δεν μπορεί να διευθετηθεί από τις αύλακες αυξάνει η ενέργεια και η ταχύτητα ροής του, τότε οδηγούμαστε σε πλημμυρικά φαινόμενα στις πλημμυρικές πεδιάδες και κατά βάθος διάβρωση

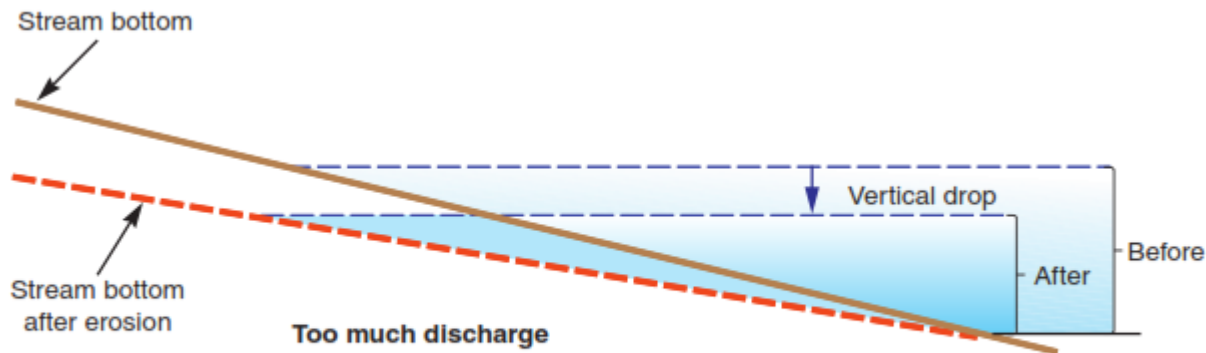


FIGURE 13.4 Schematic cross section of a stream with too much discharge. The excess water erodes the bottom, flattening the gradient and thus slowing water flow.

πλημμύρες

- Αυτό θα επηρεάζει τους οργανισμούς που θα ζουν στην περιοχή, και κάποιους θα τους οδηγήσει σε πνιγμό
- Τα νεκρά σώματα μπορεί να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις, μέχρι και να αποτελέσουν αλλόχθονες φάσεις σε θαλάσσια ιζήματα
- Οι πλημμυρικές πεδιάδες χώροι απόθεσης ιζημάτων και υπολειμμάτων οργανισμών, αρά και απολίθωσης τους
- παράκτιες πλημμύρες είτε λόγω υπερτροφοδοσίας από ποτάμια στις εκβολές τους είτε λόγω καταιγίδας και φουσκώματος της θάλασσας

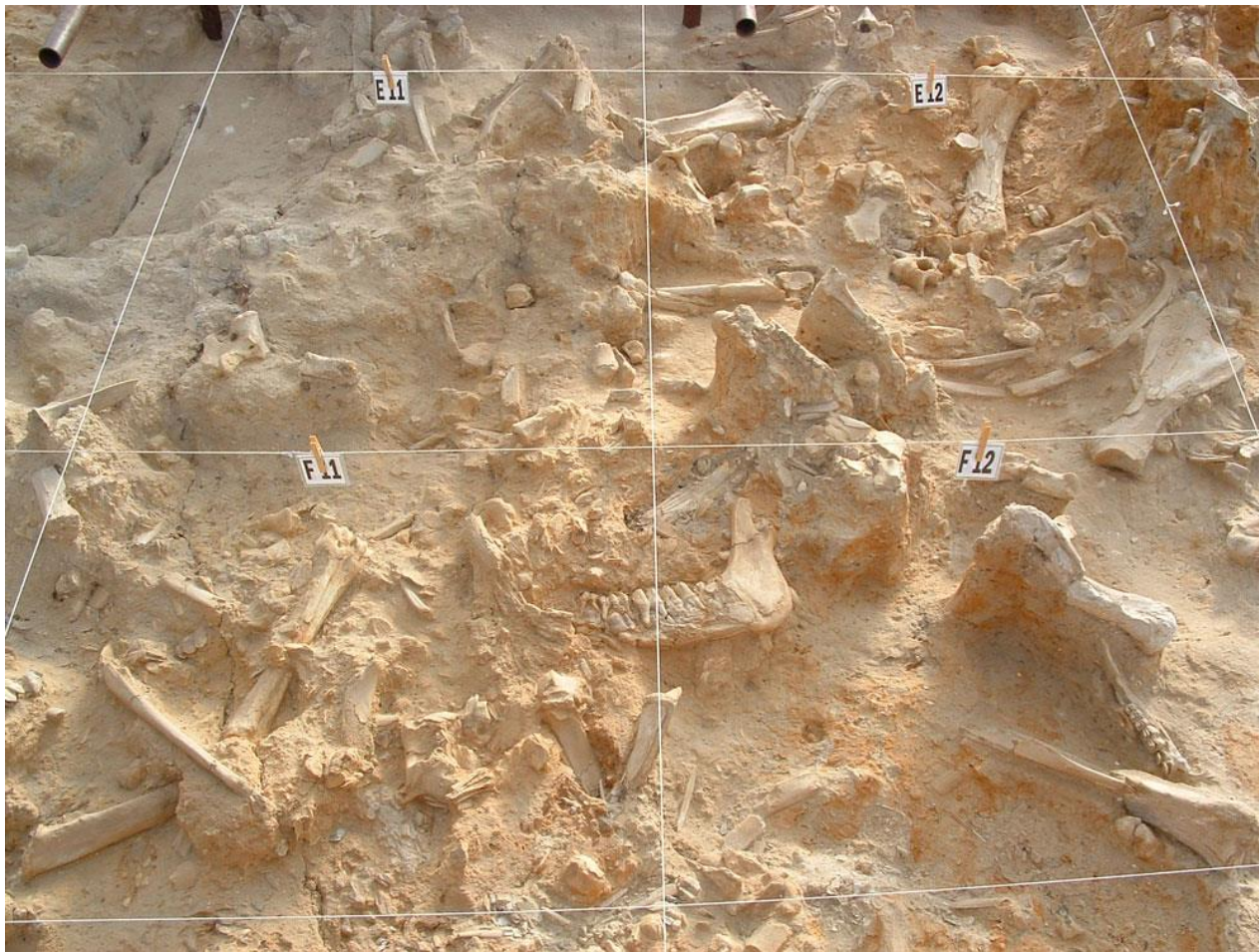


©SWNS.com Adam Gray / SWNS.com





Untermassfeld, Κατώτερο Πλειστόκαινο, Γερμανία

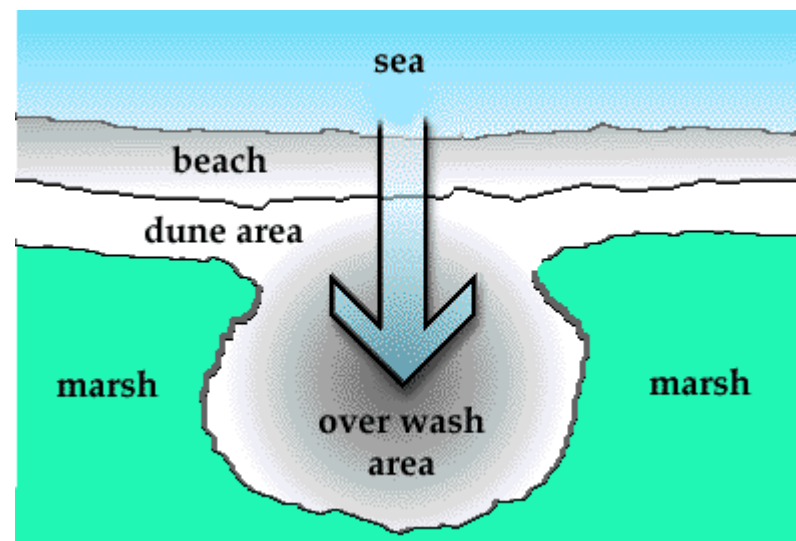


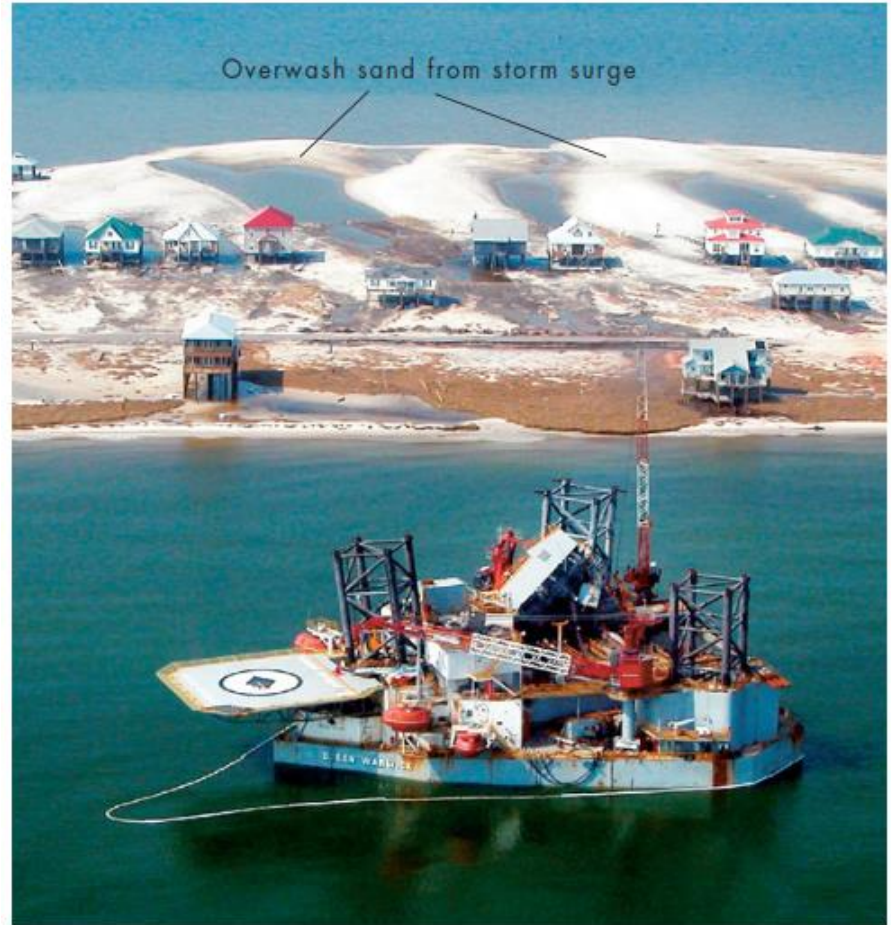
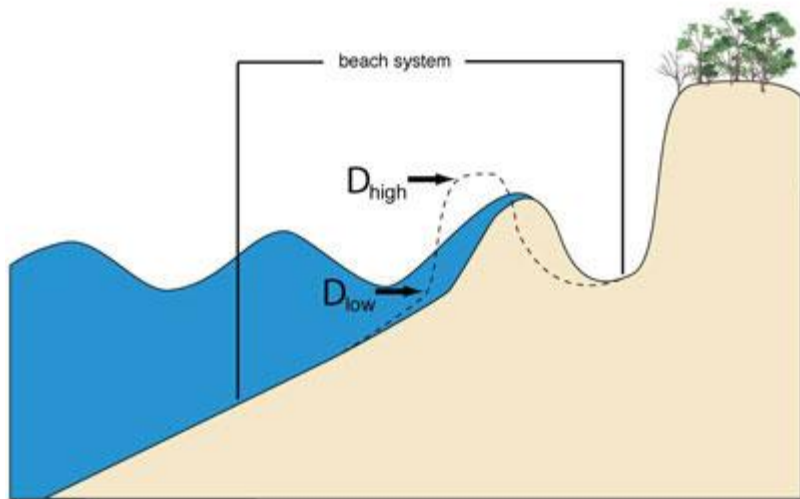
Langenbaan, Κατώτερο Πλειόκαινο, Ν. Αφρική

Καταιγίδες

(Καταιγίδες, θύελλες, κυκλώνες)

- Ισχυροί άνεμοι και έντονη βροχόπτωση μεταφέρουν μάζες νερού από την ανοικτή θάλασσα προς τη χέρσο και παράλληλα και ίζημα από τους πυθμένες των παράκτιων περιοχών
- Δημιουργία αλλότοπων φάσεων στη χέρσο όπου καταλήγουν υπολείμματα θαλάσσιων οργανισμών, ακόμα και από την ανοικτή θάλασσα πχ. πλαγκτονικά τρηματοφόρα
- Επηρεάζουν δραματικά τα παράκτια περιβάλλοντα





Πυρκαγιές

- Πυρκαγιές με φυσικούς τρόπους
- Αρκετά φυτά (και ζώα) ευνοούνται από τη φωτιά
- Σε πολλά περιβάλλοντα η πυρκαγιά απαραίτητη για να ανακυκλωθούν τα θρεπτικά συστατικά και να αναγεννηθούν οι φυτοκοινωνίες, για να βλαστήσουν οι σπόροι και να ελεγχθούν παράσιτα και έντομα
- Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, όπου ειδικά οι θαμνώνες με μακία βλάστηση επωφελούνται
- Εκεί οι χειμώνες πολύ υγροί και τα καλοκαίρια πολύ ξηρά για να μπορέσει η αποσύνθεση να ανακυκλώσει τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης

- Σε μια αντίδραση φωτιάς η φυτική ύλη θερμαίνεται πάνω από το όριο ανάφλεξης και το οξυγόνο αρχίζει να συνδυάζεται αστραπιαία με τα οργανικά μόρια. Οι δεσμοί μεταξύ άνθρακα και υδρογόνου σπάνε και νέοι μεταξύ άνθρακα και οξυγόνου δημιουργούνται, η αποθηκευμένη ενέργεια που είχε προέλθει από τον ήλιο δίνεται ως θερμότητα. Αντίστροφη αντίδραση από τη φωτοσύνθεση $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{released heat}$
- Ανάφλεξη με φυσικό τρόπο, από κεραυνούς, από πολύ υψηλές θερμοκρασίες και ξερά φυτικά υπολείμματα

- Ίχνη πυρκαγιών στα ιζήματα, είτε ως κάρβουνο από καμένο ξύλο (σε πρόσφατα ιζήματα χρησιμεύει και για χρονολόγηση με C^{14}), είτε ως αιθάλη, είτε ανιχνεύεται γεωχημικά
- Κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς ζώα που δεν καταφέρνουν να απομακρυνθούν και να διαφύγουν απανθρακώνονται, ειδικά αυτά που κινούνται αργά, πχ. χελώνες

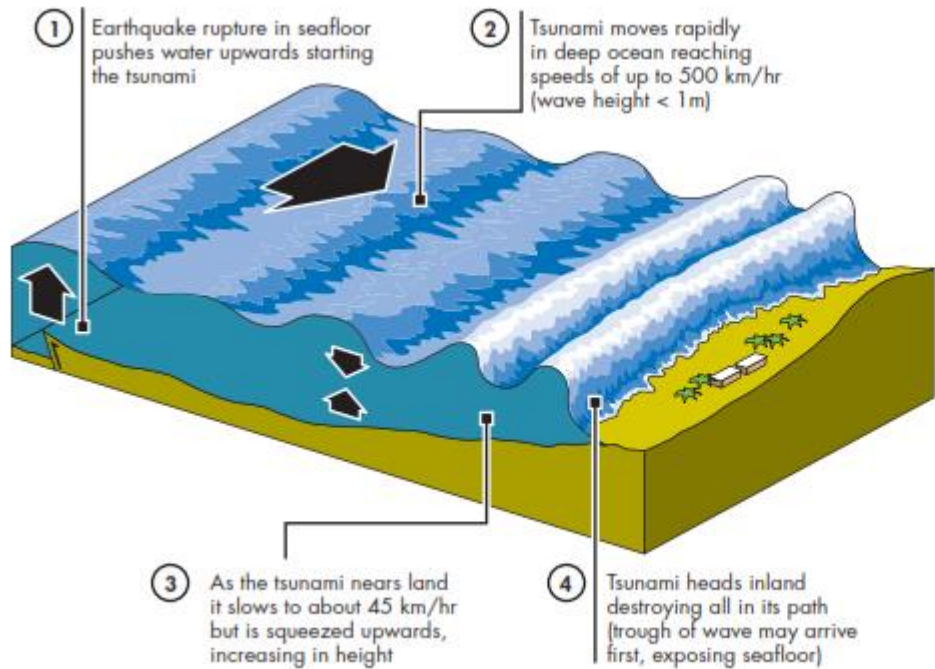


Τσουνάμι

- Δημιουργία παλιρροιακών κυμάτων (τσουνάμι)
- Έμμεσο αποτέλεσμα υποθαλάσσιων σεισμών, υποθαλάσσιων ηφαιστειακών εκρήξεων, κατολισθήσεων μεγάλων διαστάσεων
- Δημιουργία αλλότοπων φάσεων







◀ **FIGURE 4.7 TSUNAMI**

DAMAGE Idealized diagram showing the process of how a tsunami is produced by an earthquake. (Modified after the United Kingdom Hydrographic Office)

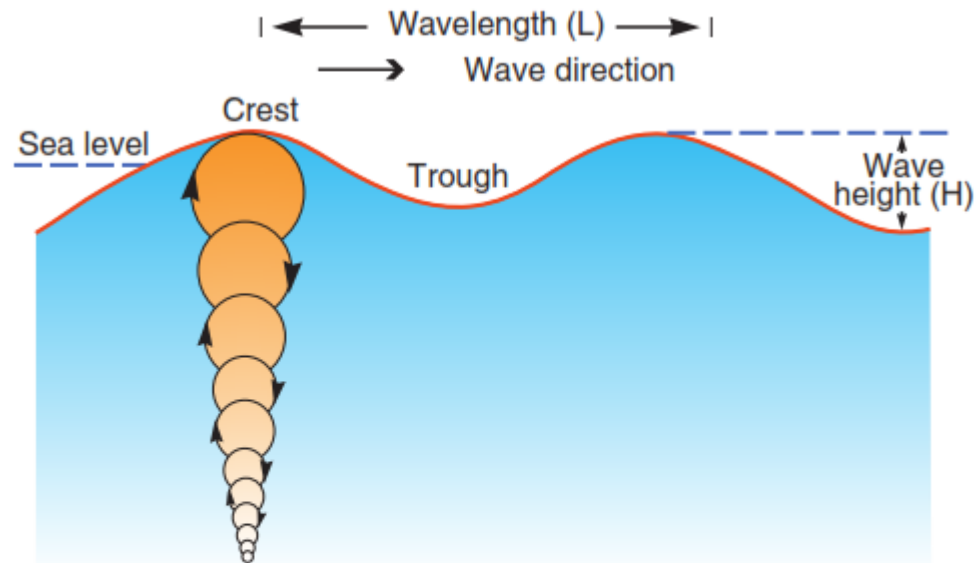
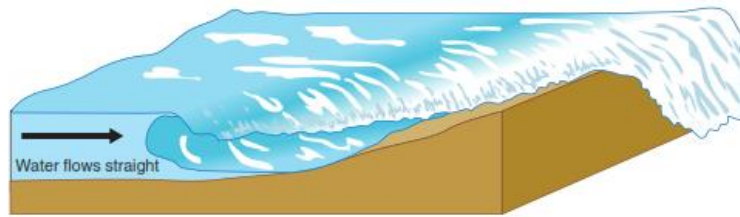


FIGURE 8.4 Waves are energy fronts passing through water, causing water particles to rotate in place. Rotational movement becomes insignificant at depth about one-half of the wavelength.



(b)



(c)



(d)



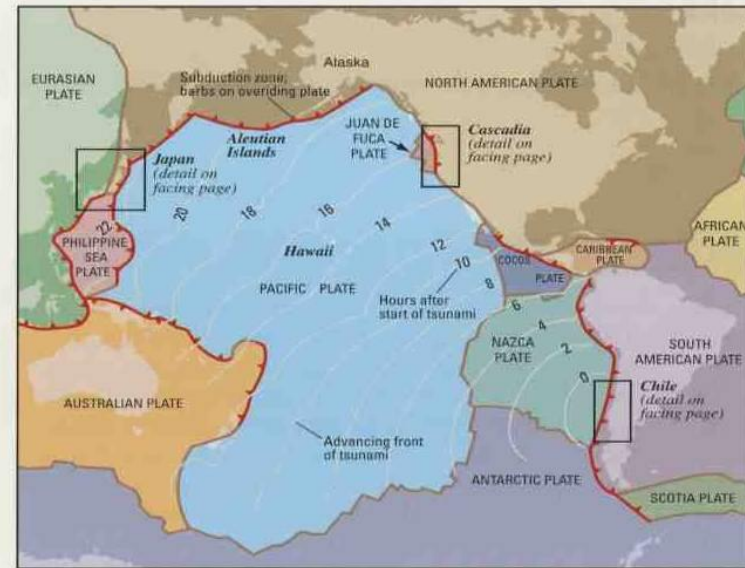
The 1960 Tsunami and the Earthquake in Chile That Caused It

Most of the events described in this book were caused by a series of waves widely known as the “1960 Chilean tsunami.” The tsunami was a result of the largest earthquake ever measured (magnitude 9.5). This quake occurred along the coast of Chile on May 22, 1960.

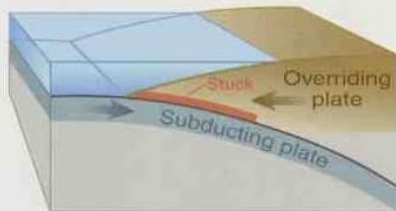
In Chile, the earthquake and the tsunami that followed took more than 2,000 lives and caused property damage estimated at \$550 million (1960 dollars). From Chile the tsunami radiated outward, killing 61 people in Hawaii and 122 in Japan.

The 1960 Chile earthquake ruptured a fault zone along which a slab of sea floor is descending, or “subducting,” beneath the adjacent South American Continent. Such “subduction zones” are formed where two of the tectonic plates that make up the Earth’s outer shell meet. Earthquakes occur when the fault ruptures, suddenly releasing built-up energy. During the 1960 Chile earthquake, the western margin of the South American Plate lurched as much as 60 feet relative to the subducting Nazca Plate, in an area 600 miles long and more than 100 miles wide.

The 1960 Chilean tsunami radiated outward from a subduction zone along the coast of Chile. Its waves reached Hawaii in 15 hours and Japan in 22 hours.

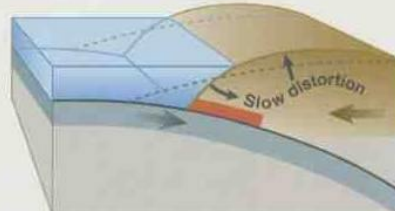


TSUNAMI—A SERIES OF WAVES, OR “WAVE TRAINS,” USUALLY TRIGGERED BY AN EARTHQUAKE



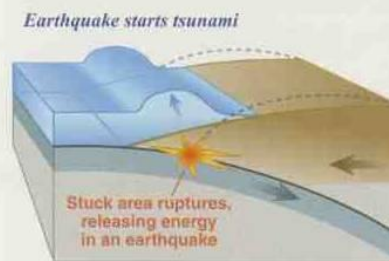
Vertical Slice Through a Subduction Zone

One of the many tectonic plates that make up Earth’s outer shell descends, or “subducts,” under an adjacent plate. This kind of boundary between plates is called a “subduction zone.” When the plates move suddenly in an area where they are usually stuck, an earthquake happens.



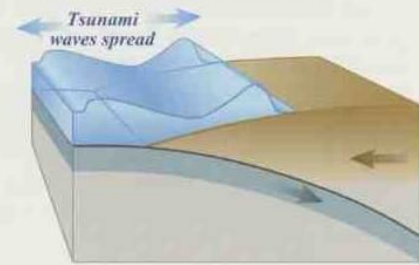
A. Between Earthquakes

Stuck to the subducting plate, the overriding plate gets squeezed. Its leading edge is dragged down, while an area behind bulges upward. This movement goes on for decades or centuries, slowly building up stress.



B. During an Earthquake

An earthquake along a subduction zone happens when the leading edge of the overriding plate breaks free and springs seaward, raising the sea floor and the water above it. This uplift starts a tsunami. Meanwhile, the bulge behind the leading edge collapses, thinning the plate and lowering coastal areas.



C. Minutes Later

Part of the tsunami races toward nearby land, growing taller as it comes in to shore. Another part heads across the ocean toward distant shores.

4:40 a.m.



A

4:50 a.m.



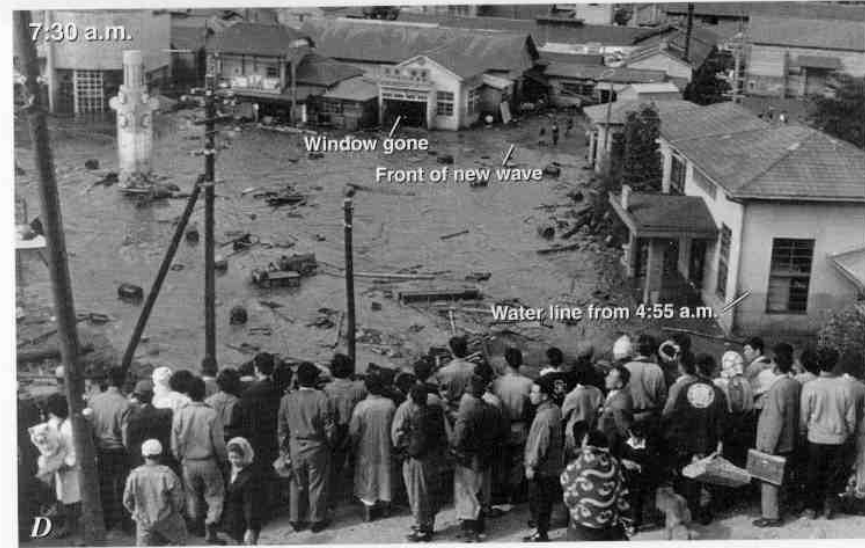
C

4:45 a.m.

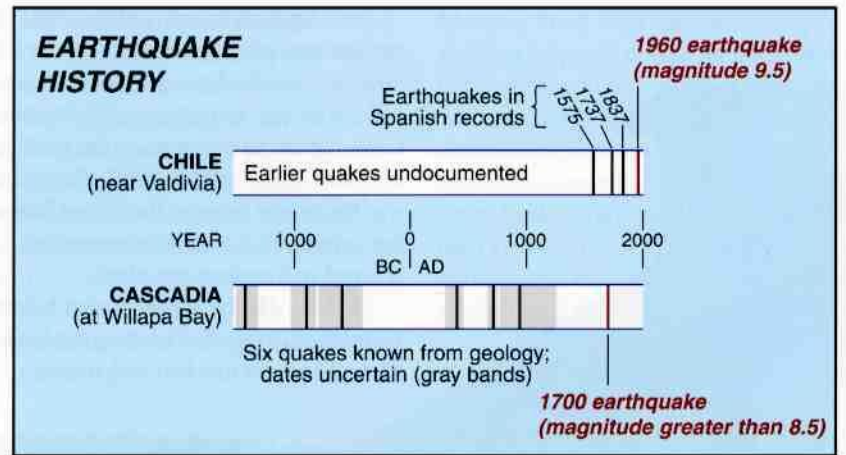


B

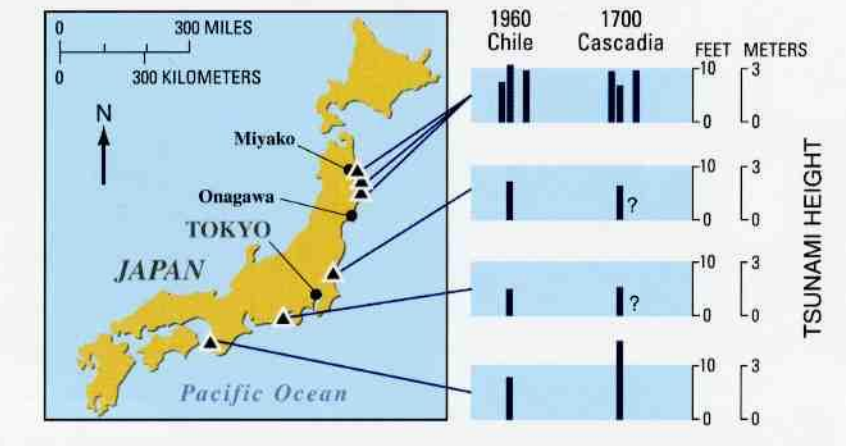
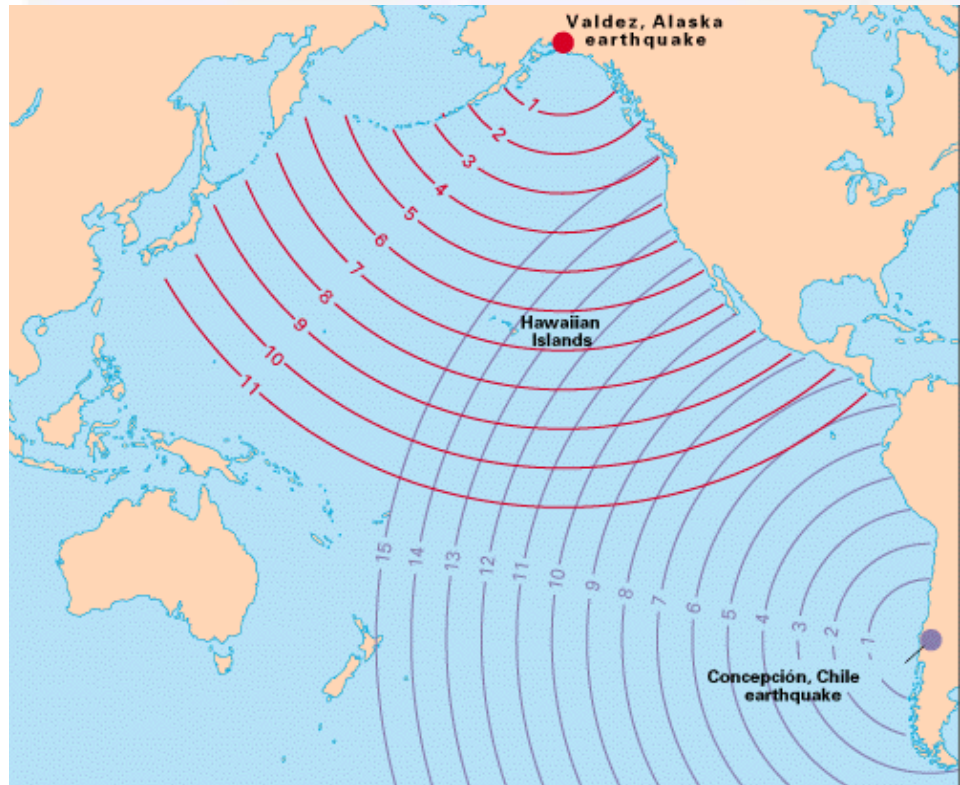
7:30 a.m.



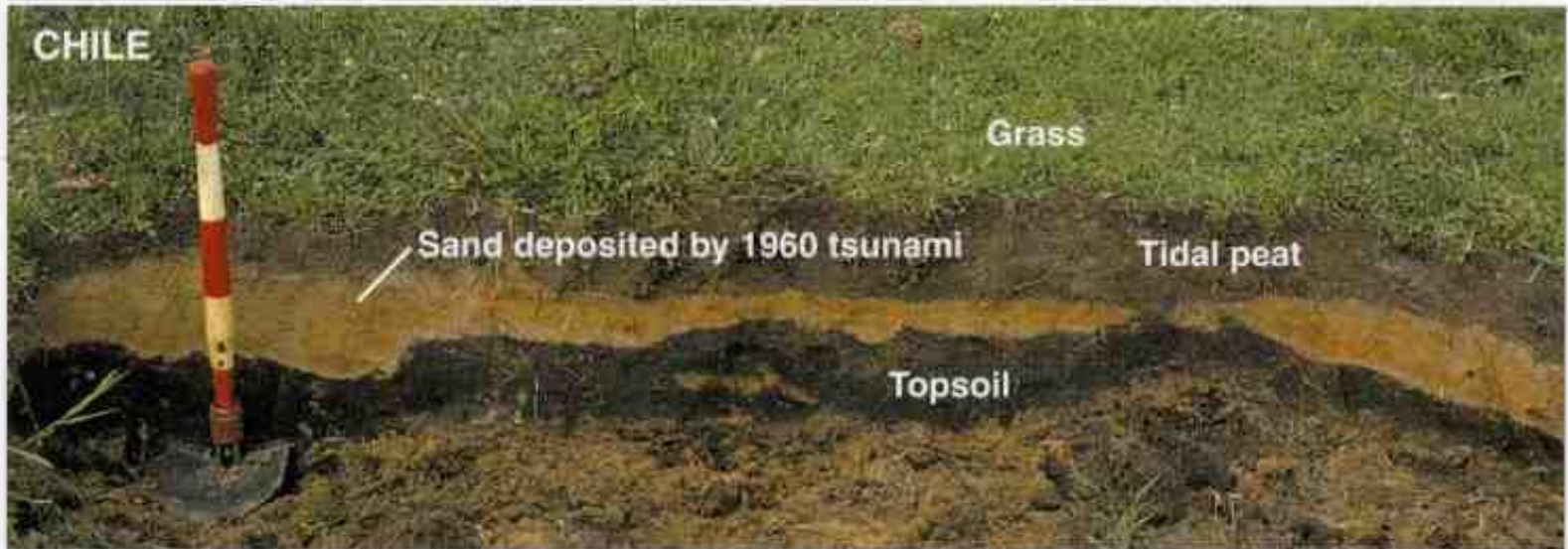
D



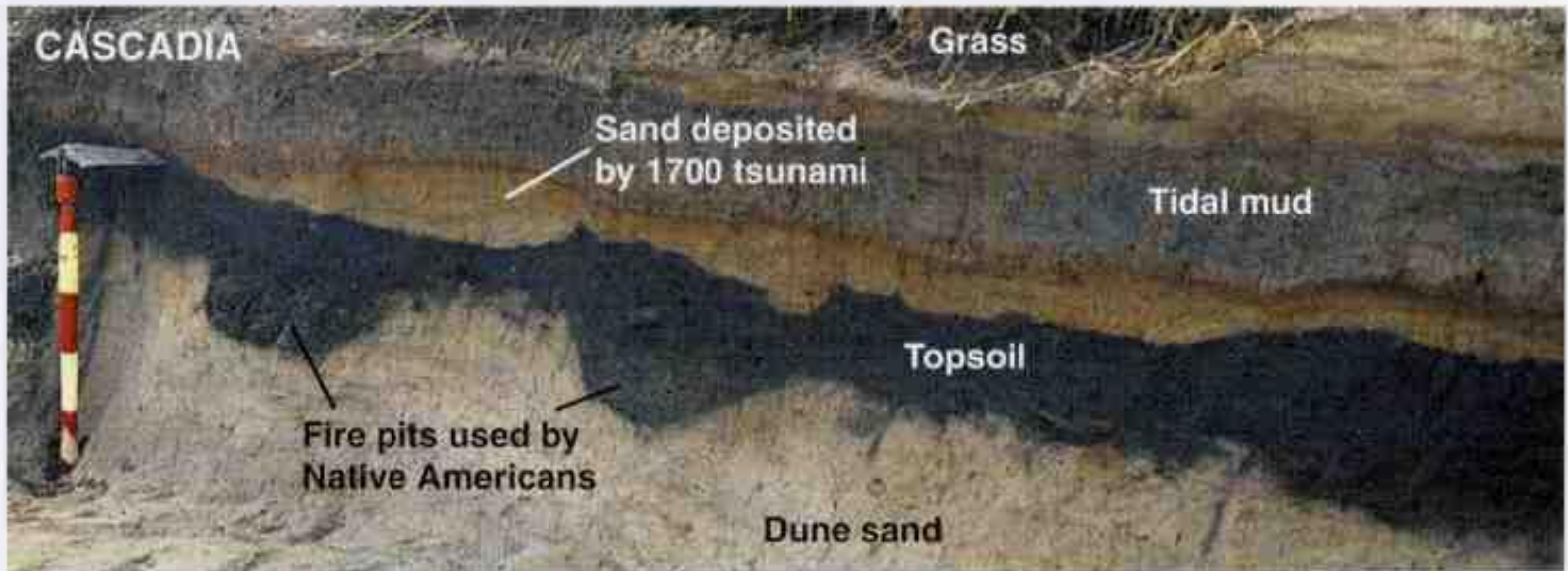
Long times between earthquakes can erase memories of how to survive their tsunamis. The region of the 1960 Chile earthquake had gone without such a quake since 1837. Except for Native American legends, memory of the 1700 Cascadia earthquake is limited to written records of its tsunami in Japan.

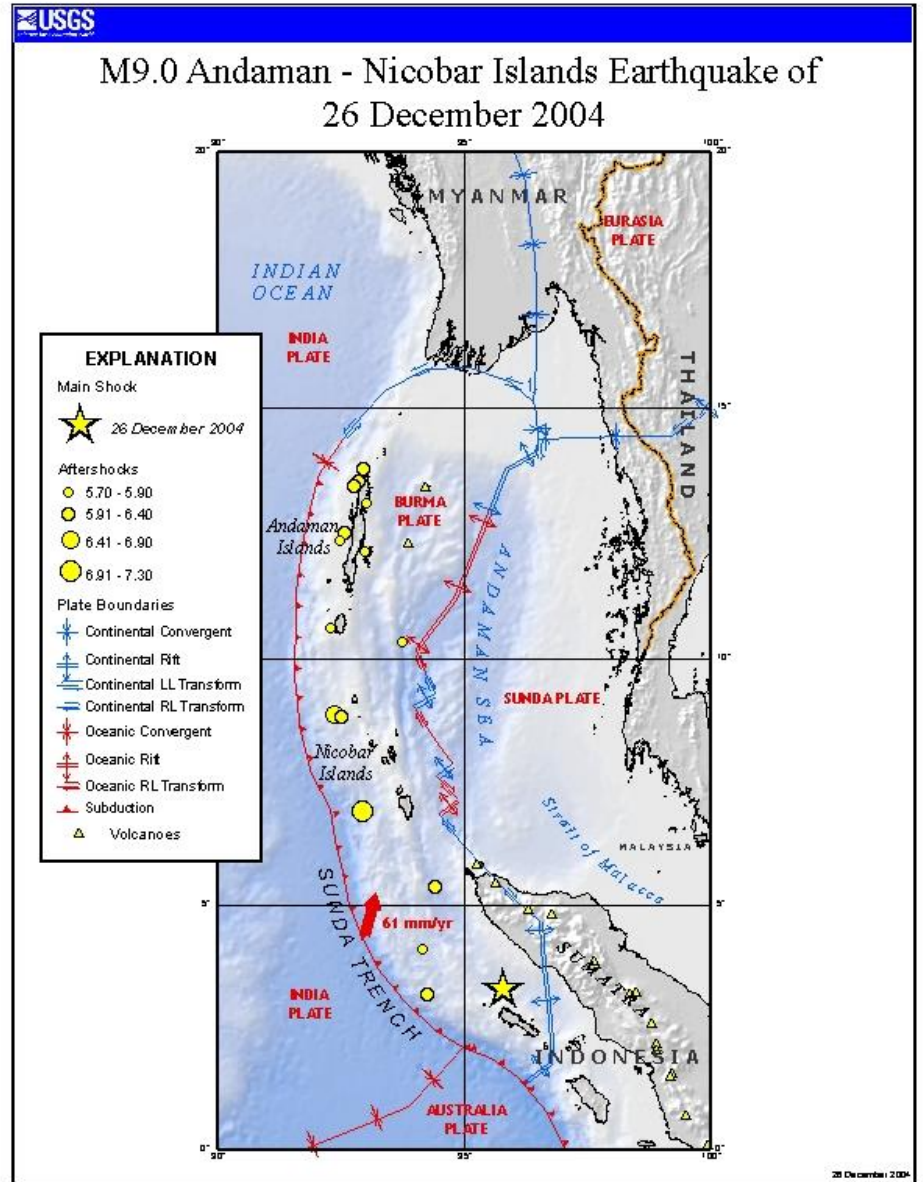
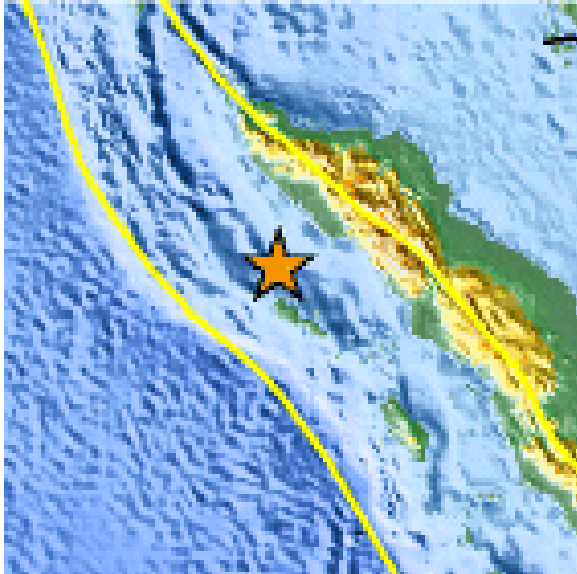


CHILE

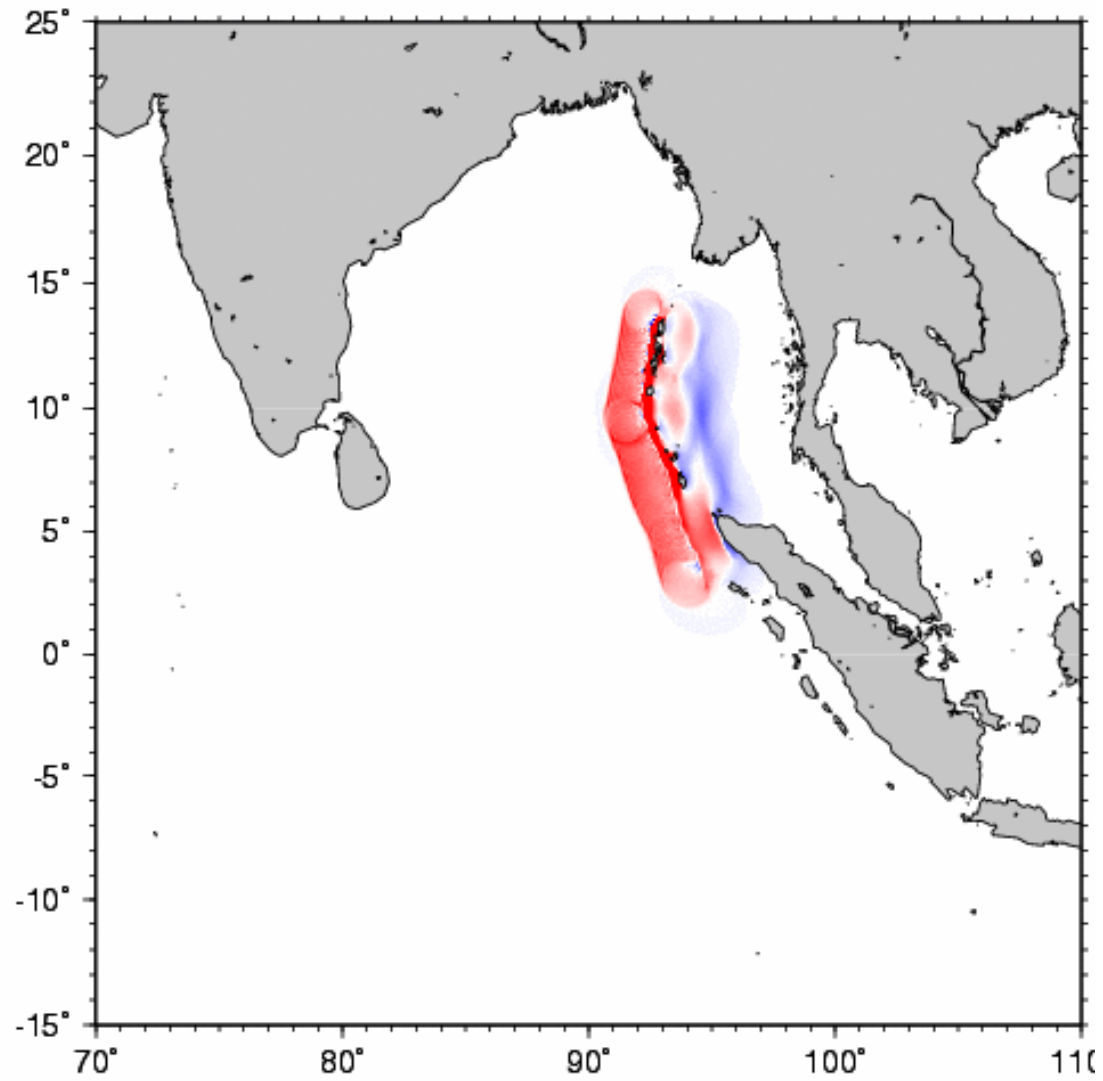


CASCADIA





2004 Sumatra Earthquake 010 min

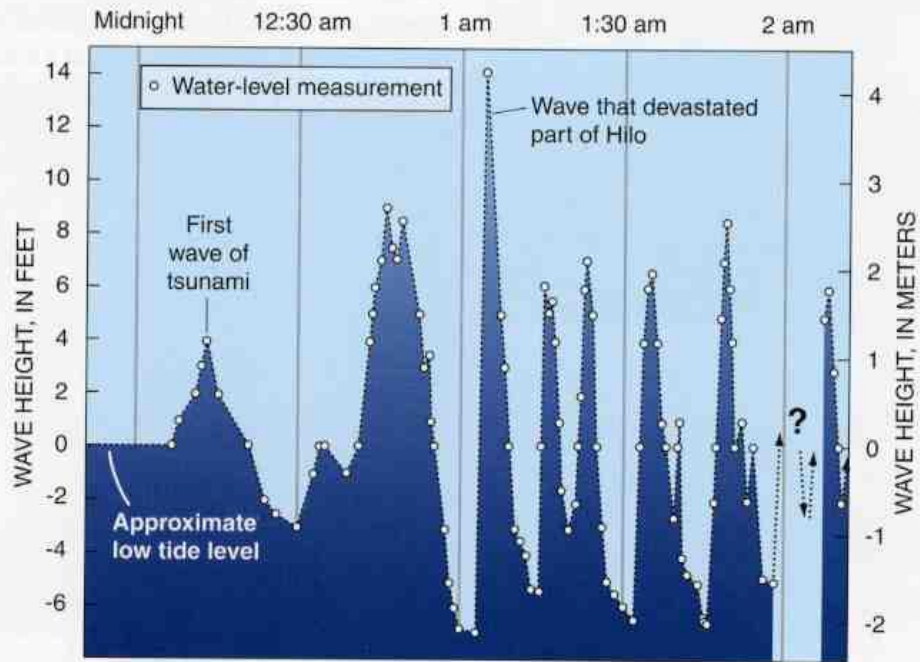












TSUNAMI OF MAY 23, 1960, ON THE ISLAND OF HAWAII



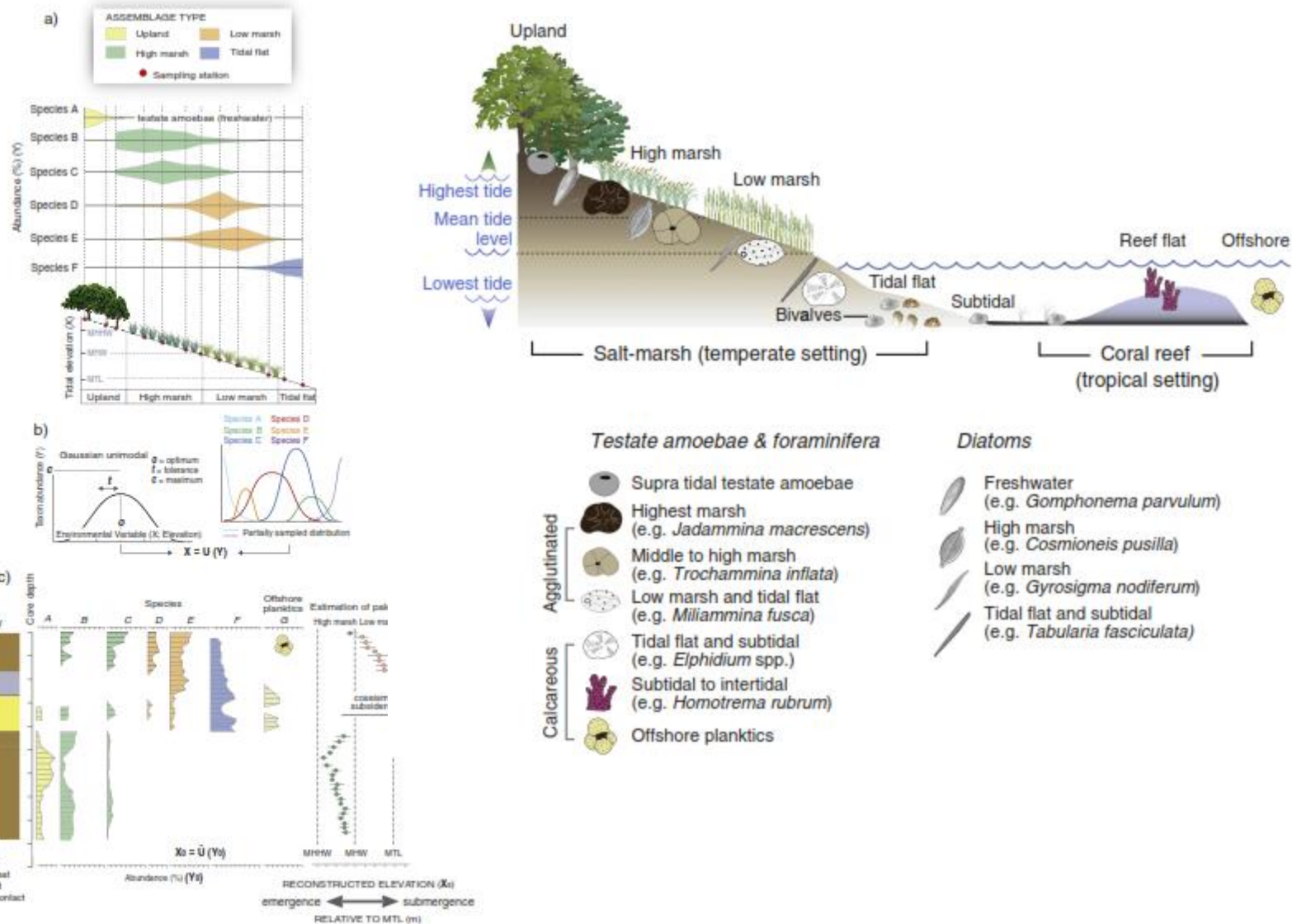


Fig. 2. Schematic of the development and application of a transfer function for assessing vertical land movements caused by subsidence zone earthquakes. a) Distribution of microfossils is described using samples collected (red circles) from transects across the full environmental (tidal elevation) gradient. Modern microfossils (Y) and modern sea level (X) are observable. b) Elevation (X) is quantitatively expressed as an empirically derived function (U) of microfossil assemblages (Y). c) Fossil microfossils (Y₀) are observed by documenting assemblages preserved in sedimentary deposits. The transfer function estimates the elevation with respect to sea level at which each core sample accumulated (X₀). The amount of coseismic subsidence (black arrow) is estimated by comparing the pre- and post-earthquake paleomarine surface elevations. MHHW = mean higher high water; MHW = mean high water; and MTL = mean tide level.

Modified from Horton et al. (2013).

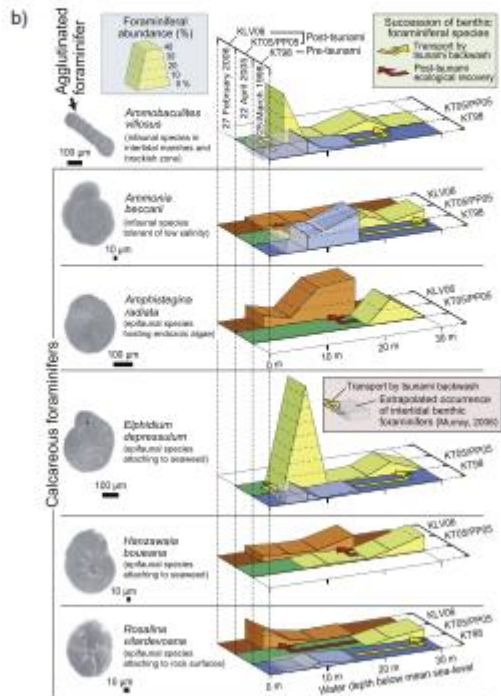
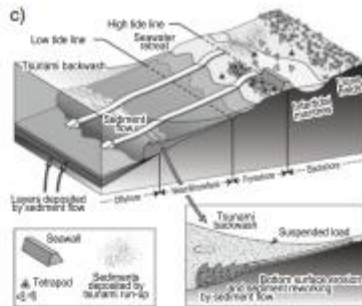
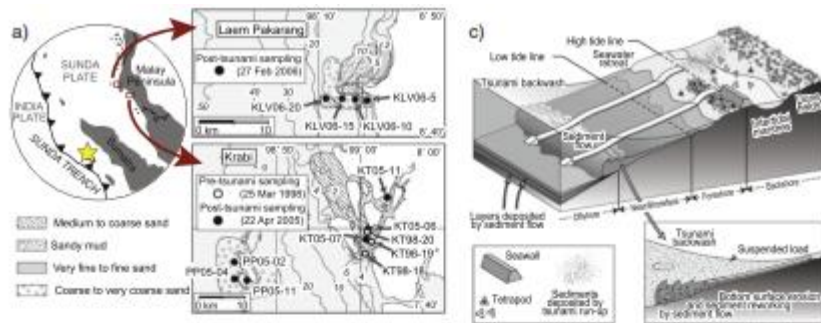


Fig. 4. A study of foraminifera by Sugawara et al. (2009) showing the effects of transport by tsunami backwash. a) Regional map showing the epicenter of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake (star) and landward tsunami, and sampling sites at Laram Pakwang and Kuthi Thailand. b) Stratigraphic profiles showing pre- (e.g., KT96) and post-tsunami (KLVS and KT05, PP05) distributions of the six most dominant nearshore foraminifera. The data show net seaward transport (tsunami backwash) of foraminifera during the tsunami, followed by biological recovery in their optimum shallow-water environments following the event. c) Generalized cross-section of the nearshore-offshore zone showing seaward redistribution of sediment during tsunami backwash. Sediment load and speed of bottom currents from seawater retreat increase downslope causing sediment flow in the offshore direction. The decrease in slope at the base of the nearshore zone reduces the kinetic energy of the flow, depositing a layer of allochthonous sediment offshore.
Modified from Sugawara et al. (2009).

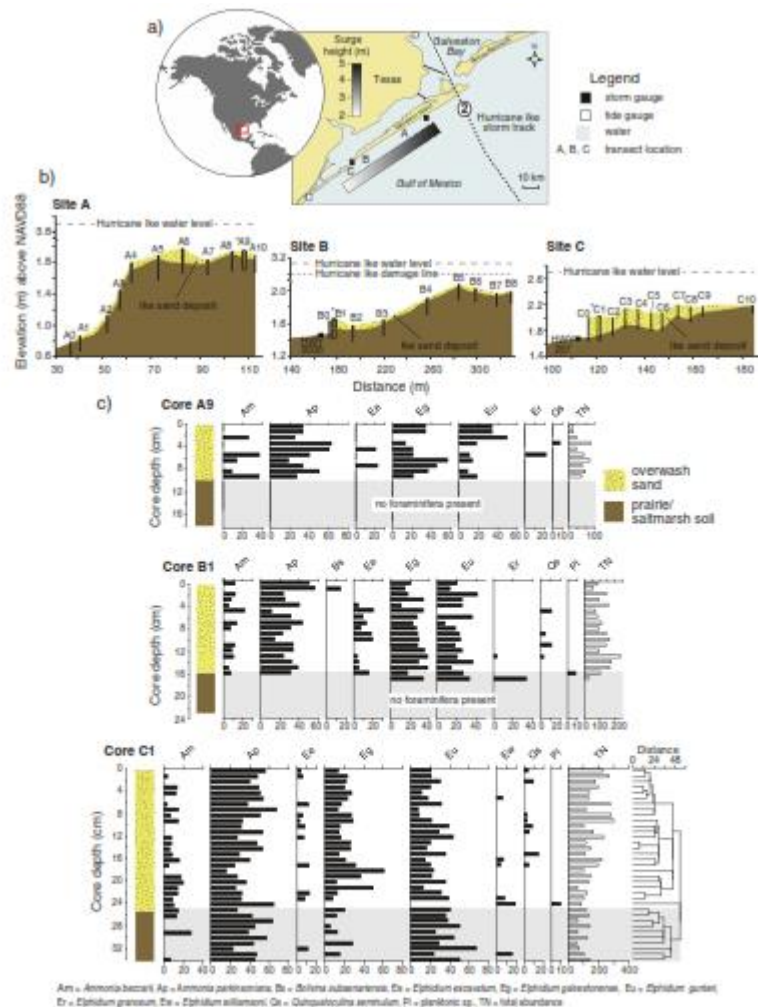


Fig. 6. Summary of findings by Hansen and Horton (2012). a) Site map showing Hurricane Ike landfall in Galveston, Texas (dashed line) as a Category 2 storm. Gray shading off Galveston Island is the measured storm surge height in meters (NOAA probabilistic storm surge forecast at landfall; Plant et al., 2010). Core sites A, B, and C are identified as well as USGS storm gauges (black squares) and NOAA tide gauges that withstood the storm (black outlined squares). b) Core sites A, B, and C show three perpendicular measured transect renderings of the elevation of the pre-storm wetlands (gray) and storm induced overwash deposits (stippled) above NAD83. Core locations are identified with vertical lines and the rectangle locates the sampled core at each site. Hurricane Ike water levels are noted as dashed lines. The lower dashed line at core site B reflects the identified hurricane damage line. Zigzag (knots) in the y-axis at core sites A and B represent gaps in the elevation scale (x and y scales do not height at zero). c) Aging for each core (A9, B1, and C1) along with the percent of foraminifera by species (listed by two letter code, see legend for code explanation), the total number of foraminifera in each 5 cm³ sample and for core C1 the constrained Eocene base chert results for the biostratigraphic assignments. The chert separates the pre-storm assemblages from the overwash assemblages.
Modified from Hansen and Horton (2012).

Γωνιώδης θραύση των κελυφών διθύρων

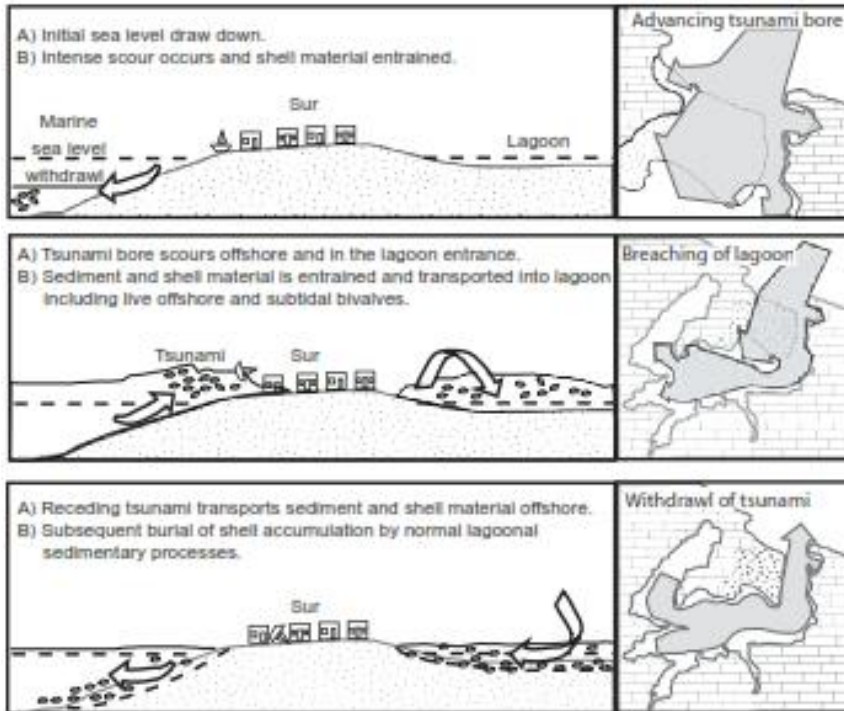


Figure 6. Scenario for stratigraphic development of the tsunami horizon within Sur Lagoon.

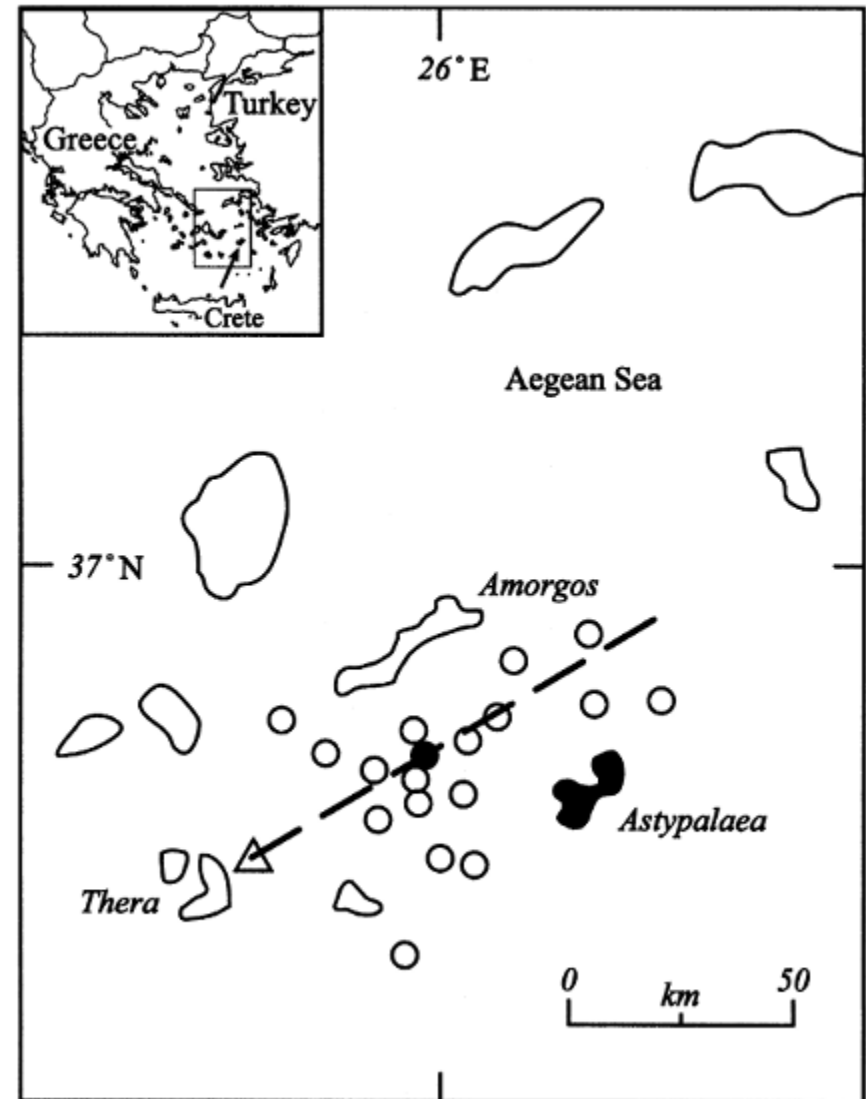
Table 2

Tsunami sediment studies that report the presence of Foraminifera.

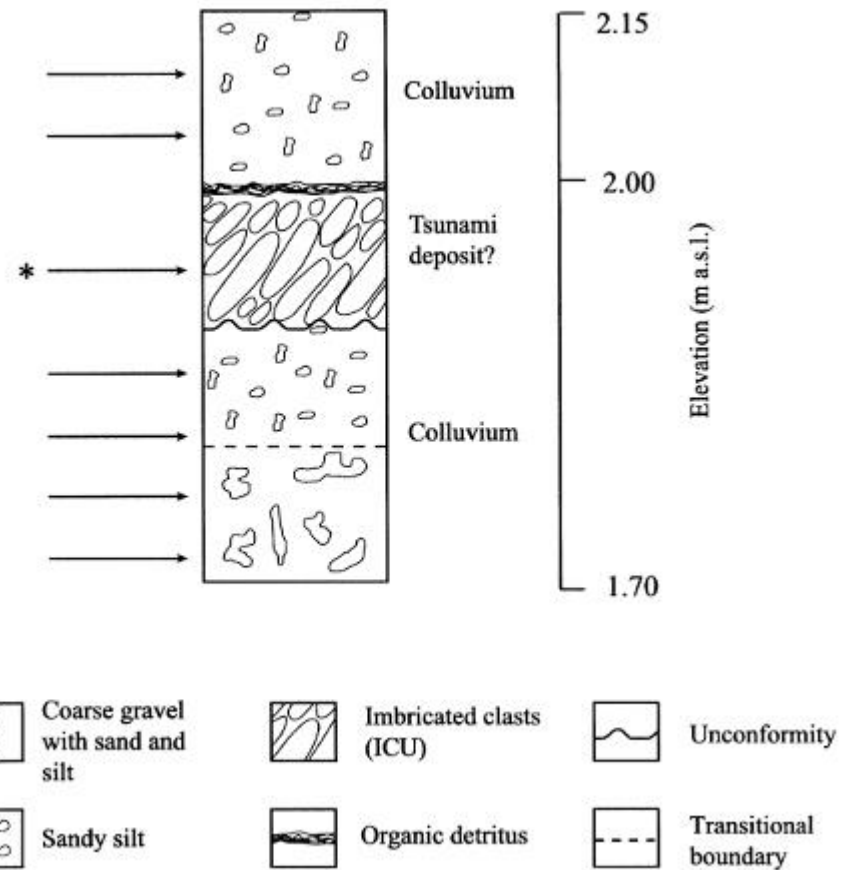
Geographic location of deposits (region, country, site location)	Reference	Reported age of tsunami deposit	Foraminiferal content	Comments and notes
Europe Greece, Astypalaea Island	Dominey-Howes (1990); Dominey-Howes et al. (2000)	AD1950	<ul style="list-style-type: none"> • 4 species identified from 3 genera • No counts provided • No plates provided • No mention of test condition ie; level or preservation • Information provided about environmental conditions inferred by reported species - Open marine / shelfal foraminiferal species present in deposit • Noted that low numbers of individual tests and assemblage diversity makes it difficult to make reliable environmental interpretations 	<ul style="list-style-type: none"> • Inferred tsunami sediment contained marine sands and cobbles deposited on to a terrestrial colluvial sediment fan
Greece, Crete Island, Falasarna	Dominey-Howes et al. (1998)	AD63 - 75 ± 90 radiocarbon years BP	<ul style="list-style-type: none"> • 28 species identified from 14 genera • Counts provided • No plates provided • Inferred tsunami sediment layer bracketed by shallow water lagoonal sediments. Foraminiferal assemblage within tsunami layer contains increased numbers of <i>Cibicides advenum</i> (d'Orbigny, 1839) ** and <i>Eponides repanda</i> (Fichtel and Moll, 1798) - both outer shelf to deeper water species • Foraminiferal assemblage of non-tsunami sediments dominated by <i>Ammonia</i>, <i>Ephidium</i> and <i>Quinqueloculina</i> species • Within inferred tsunami sediment layer, breakage of tests (all species) jumps from a background average of 21% to 55%. Further, pennate specimens specifically jump from a background breakage average of 20% to 83% in the tsunami sediment layer • Inferred that pennate forms more susceptible to breakage in high energy deposition environment of a tsunami 	<ul style="list-style-type: none"> • Tsunami sediments consist of numerous large subrounded limestone blocks • Sudden change of red silty clay sand to significantly large limestone blocks along with an abrupt change in sedimentation from marine to terrestrial sediments indicates deposition related to high energy event and sea/land level changes occurred due to vertical co-seismic deformation
Greece, Gulf of Atalanti	Cundy et al. (2000)	AD1894	<ul style="list-style-type: none"> • At least 11 species from at least 8 genera • No counts provided but relative abundance is illustrative of dominant species • No plates provided • Sediments contain shallow marine taxa including <i>Ephidium</i> spp., <i>Ammonia beccarii</i> var. <i>batavis</i> Holker (1951). • Overlying marsh sequence contains brackish foraminiferal species such as <i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808) • Abrupt and rapid change in taxa from marsh to shallow marine types used to establish action of tsunami • The planktonic foraminifera <i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny (1826) without presence of float chamber used to 'restrict' time of year of event and infer rapid deposition 	<ul style="list-style-type: none"> • Inferred sandy tsunami sediment layer overlies supratidal soil. Tsunami occurred in association with coseismic subsidence • Subsided area (including tsunami deposited) then overlain by developing marsh sequence
Greece, Gulf of Corinth	Alvarez-Zarikian et al. (2008)	Two events: 373 BC; 2300-2300 BC	<ul style="list-style-type: none"> • 17 species identified from 15 genera • No counts provided • 2 plates provided but only 4 species shown • Taxonomic identification completed and focused on salinity tolerances of included species to interpret palaeoenvironmental changes. Noted that both assemblage diversity and abundance is low • Tsunami sediments not only bear increased numbers of marine species but also contain more abraded specimens 	<ul style="list-style-type: none"> • Tsunami deposited sands overlying marsh sediments/interbedded into colluvial sediments • Samples analysed consisted of siliceous clays, silts and sands with intermittent pockets of gravel and pebbles • Study coupled with ostracod analysis

Ο σεισμός της Αστυπάλαιας 1956 (7,4)

- Τσουνάμι από μία ή περισσότερες υποθαλάσσιες κατολισθήσεις από το σεισμό
- Κύμα με ύψος 30 μέτρα (ανάλογα με την τοπογραφία του βυθού)



- Οι τσουναμογενής απόθεση περιλαμβάνει προσανατολισμένους στρογγυλεμένους κλάστες με κεραμωτή στρώση
- Από πάνω τους οργανικά συντρίμματα κυρίως με *Posidonia oceanica*.
- συλλέχθηκαν 4 είδη τρηματοφόρων και κελύφη θαλάσσιων δίθυρων και γαστεροπόδων



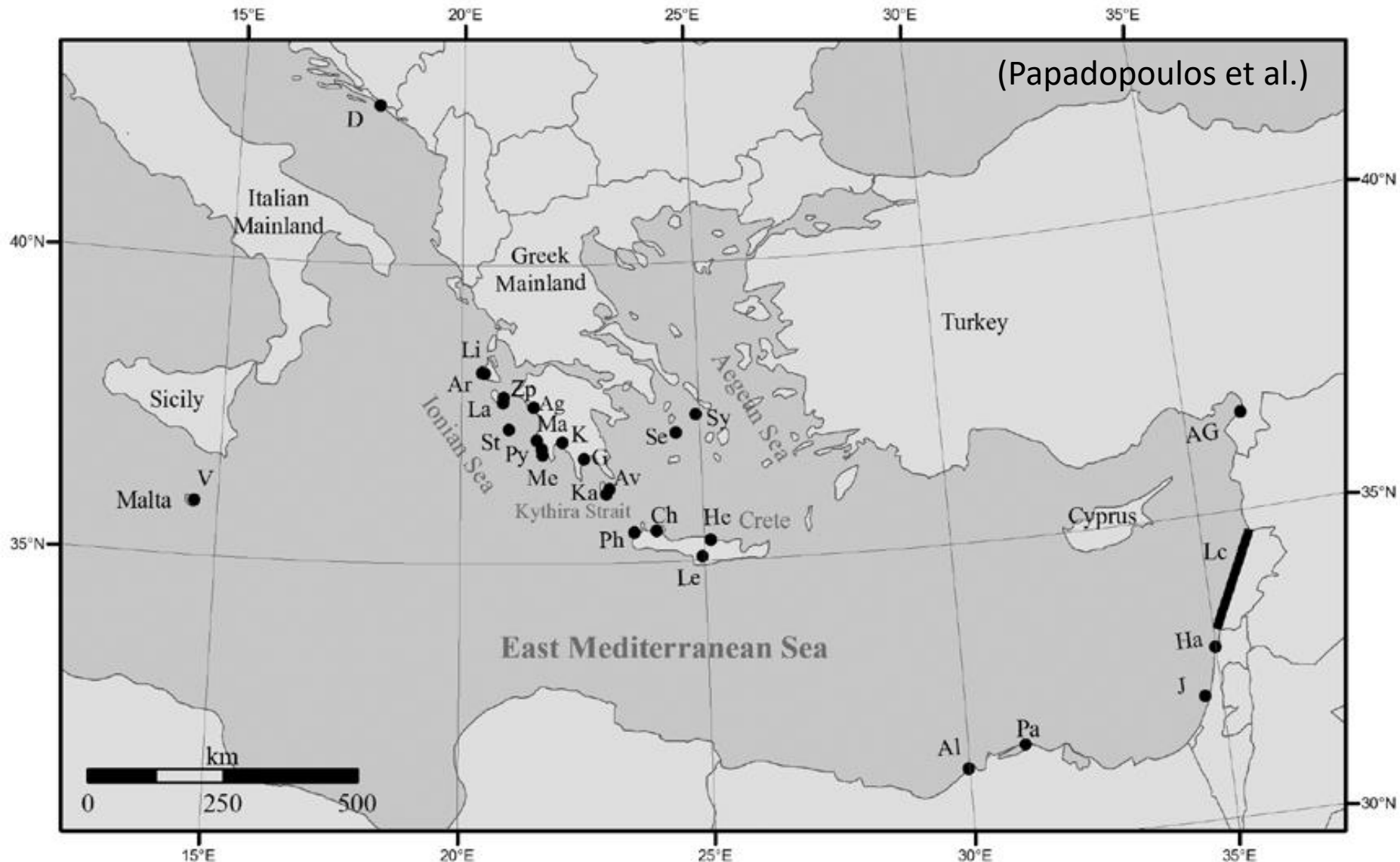


Figure 1. Localities reported on in association with tsunami inundation, sea-quakes and seiches. Symbol key: Heraklion (He), Leben (Le), Chania (Ch), Phalasarna (Ph), Serifos (Se), Syra (Sy), Kapsali (Ka), Avlemonas (Av), Gythion (G), Kalamata (K), Methoni (Me), Pylos (Py), Marathoupole (Ma), Agrinio (Ag), Strofades (St), Zakynthos port (Zp), Laganas bay (La), Argostoli (Ar), Lixouri (Li), Panephis (Pa), Alexandria (Al), Valletta (V), Dubrovnik (D), Alexandrette Gulf (AG), Jaffa (J), Haifa (Ha), Lebanese coast (Lc).

(Papadopoulos et al.)

