



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Խոր ծովի «կետերի գերեզմանոցը» իրականում հինգ միլիոն տարվա արխիվ է

Nature-ի հոդվածը հարավարևելյան Հնդկական օվկիանոսի Diamantina Zone-ում նկարագրում է կետերի անկումների ու քրածոների հսկայական կուտակում՝ հինգ ժամանակակից whale-fall community, հարյուրավոր քրածո կետանմաններ և strontium-isotope թվագրումներ մինչև մոտ 5.3 միլիոն տարի: Կարևորն այն չէ, որ կետերը հատուկ վայր են ընտրել մեռնելու կամ մեկ աղետն է ստեղծել «գերեզմանոցը»: Ապացույցները ցույց են տալիս երկարատև խոր ծովային արխիվ, որը ձևավորվել է սովորական մահացությունից, սուզվող դիակներից, կտցավոր կետերի դժվար խոր սննդառությունից, topography-ից և արտասովոր լավ preservation-ից:

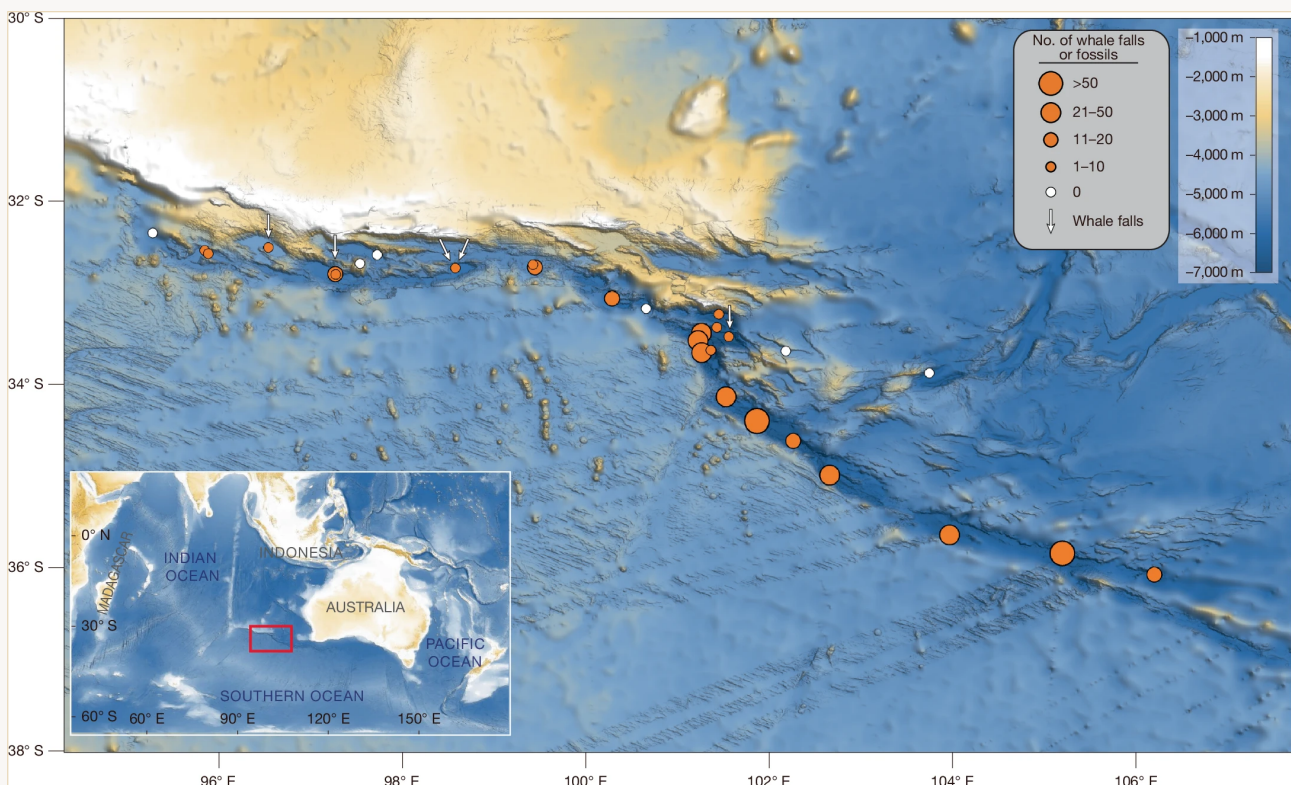
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du and colleagues, Nature 654, 978-983 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10546-z

Օվկիանոսի հատակը պահեց ոսկորները

Կետերի անկումների մեծ մասը վերջում դառնում է մի մութ հաշվառման խնդիր: Կետը սատկում է, սուզվում է, որոշ ժամանակ սնունդ է դառնում խոր ծովի կյանքի համար, իսկ հետո հետքը ցրվում է, թաղվում կամ ամբողջությամբ քայքայվում ու ուտվում: Գիտնականները վաղուց գիտեն, որ կետ անկումները էկոլոգիական օազիսներ են, բայց պահպանված արխիվը աղքատ է. հայտնի տեղերից շատերը մեկուսացված են, ամենախոր խորխորատների համեմատ՝ ծանծաղ, կամ չափազանց երիտասարդ, որպեսզի շատ բան պատմեն խոր ժամանակի մասին:

Diamantina գոտիը փոխում է այս խնդրի մասշտաբը: Նոր Nature հոդվածում Xiaotong Peng-ը, Peng Zhou-ն, Xikun Song-ը, Giovanni Bianucci-ն, Mengran Du-ն և գործընկերները նկարագրում են հարավարևելյան Հնդկական օվկիանոսի հատակին ձգվող կետերի անկումների և կետերի բրածոների երկար ու խորը կուտակում: Տարածքը մոտ 1,200 կիլոմետր է ձգվում ծովահատակի երկայնքով և գտնվում է մոտ 4,600–7,000 մետր խորության վրա: Մարդատար *Fendouzhe* սուզանավով 32 սուզման ընթացքում թիմը փաստագրել է 485 կետի բրածոների տեղանք և ակտիվ կետ անկում: Հոդվածի abstract-ում գտածոն ամփոփվում է որպես հինգ ժամանակակից բնական կետանկում համակեցություն և 476 բրածո կետանման: Մրանք նույն թիվը չեն և իրար ուղղակի գումարել չի կարելի. 485-ը տեղանքերի հաշվարկն է, իսկ 476-ը abstract-ում օգտագործված բրածո կետանմանների քանակը:



Nature-ի նկար 1-ը քարտեզագրում է Diamantina գոտիի դիտարկումները: Մարնջագույն շրջանները նշում են այն սուզումները, որտեղ նկատվել են կետերի բրածոներ կամ կետ անկումներ, շրջանի չափը ցույց է տալիս մեկ սուզման ընթացքում արձանագրված կետերի

մնացորդների քանակը, սպիտակ սլաքները՝ ակտիվ սուլֆոֆիլ կետ անկումները, իսկ սպիտակ շրջանները՝ սուզումներ առանց տեսանելի կետերի մնացորդների: նկարը վերարտադրված է ամբողջությամբ և անփոփոխ՝ առանց crop-ի, overlay-ի, նոր սպիտակների, գունափոխության կամ վերանկարման:

Peng et al. / Nature 654, 978-983 (2026), DOI 10.1038/s41586-026-10546-z · CC BY-NC-ND 4.0; base map: GMRT — Ryan et al., Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014 (2009) · CC BY 4.0 CC BY-NC-ND 4.0



True's beaked կետերը հողվածում քննարկվող խորը սուզվող կտցավոր կետերի կենդանի ազգակիցներից են: Այս լուսանկարը համատեքստ է, ոչ Diamantina-ի բրածոներից մեկը: Կտցավոր կետերը դժվար դիտարկվող, մեծ խորություններում սնվող կենդանիներ են, ուստի ծովահատակի ոսկրային արխիվը կարող է պահպանել այնպիսի ապացույց, որը մակերևութային դիտարկումները հաճախ բաց են թողնում:

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 4.0

Ամենահին թվագրված նյութը հասնում է 5.26 միլիոն տարվա, ինչի պատճառով հողվածը տարածքն անվանում է 5.3 միլիոն տարվա «կետերի նեկրոպոլիս»: Արտահայտությունն տպավորիչ է: Եվ հենց այդ պատճառով այն ամենից զգուշորեն պետք է կարդալ:

Սա ապացույց չէ, որ կետերը միտումնավոր գնում էին այնտեղ՝ մեռնելու: Սա մեկ զանգվածային սատկման իրադարձություն չէ: Սա «գերեզմանոց» չէ մարդկային իմաստով: Սա վայր է, որտեղ դիակներն ու ոսկորները կուտակվել են, երկար ժամանակ բաց մնացել, հանքայնացել և դարձել ընթերցման գիտական արխիվ:

Ինչ արեցին հեղինակները

- *Fendouzhe* սուզանավով R/V *Tansuoyihao*-ից կատարել են 32 սուզում Diamantina գոտում:
- Մոտ 1,200 կիլոմետր երկարությամբ ծովահատակում արձանագրել են կետերի բրածոներ և ակտիվ կետանկում համակեցություններ:
- տեղում տեսանյութերի ու հավաքված նմուշների օգնությամբ նույնականացրել են ժամանակակից կետ անկումների վրա ապրող համակեցությունները:
- Վերլուծել են 43 վերցված բրածո նմուշ՝ նույնականացնելով կոցավոր կետերի հինգ տեսակ և բալենավոր կետերի մեկ տեսակ:
- ստրոնցիում իզոտոպ հարաբերակցություններով թվագրել են բրածո ոսկորի 33 նմուշ: Մեթոդը համեմատում է բրածոյի մեջ պահպանված, ծովաջրին նման քիմիական ազդանշանը ծովաջրի հայտնի պատմական փոփոխությունների հետ:
- Դիտարկումները կապել են հանրային սկզբնական տվյալների հետ. սկզբնական տեղում պատկերներն ու մանրէային գենոմ assembly-ները պահվում են Science տվյալներ Bank-ում, իսկ ուսումնասիրված կետանկում տեսակների պատկերները՝ MorphoBank-ում:

Ինչ գտան

- **Մեծ և շատ խորը կուտակում:** Հեղինակները Diamantina գոտիում հայտնում են կետերի բրածոների և ակտիվ կետ անկումների 485 տեղանք, իսկ supplementary table-ում դիտարկումների խորությունը մոտ 4,600–7,000 մետր է:
- **Հինգ ակտիվ կետ անկում:** Հինգ ակտիվ տեղերը սուլֆոֆիլ փուլում են՝ ոսկորները ծածկված են մանրէային mat-երով և ոսկոր ծակող որդերով, իսկ քայքայման քիմիական էներգիան սնուցում է մասնագիտացված համակեցություն:
- **Խիտ կենդանի համակեցություն:** Կապված ֆաունան ներառում է ճանաչված 35 macrofaunal taxon՝ հիմնականում annelid-ներ, crustacean-ներ և mollusc-ներ: Խոշոր կենդանիների մեջ գերակշռում են ոսկոր ուտող որդերը, gastropod-ները, vesicomyid bivalve-ները և brittle աստղերը, որոշ տեղերում մինչև 2,840 անհատ մեկ քառակուսի մետրի վրա:
- **Կոցավոր կետերի բրածո արխիվ:** Վերցված 43 բրածոների մեջ կան տարածաշրջանից հայտնի կենդանի կոցավոր կետերի տեսակներ, անհետացած ձևեր՝ ինչպես *Pterocetus* և *Izikoziphius*, ինչպես նաև բալենավոր կետերի մնացորդներ: Մի նմուշ նկարագրվում է որպես նոր տեսակ՝ *Pterocetus diamantinae*:
- **Երկար ժամանակային ընդգրկում:** ստրոնցիում իզոտոպներով ուսումնասիրված 33 բրածո ոսկորներից 25-ը տվել են 0.12–5.26 միլիոն տարվա տարիքներ: Ամենահին թվագրումները նշանակում են, որ այս տարածաշրջանում կետանկում իրադարձություններ եղել են առնվազն Վաղ Պլիոցենից:

Ինչու՞ են այնտեղ այդքան շատ կետեր

Հոդվածի պատասխանը մեկ պարզ պատճառ չէ: Այն մի քանի հավանական «ֆիլտրերի» համակցությունն է:

Որոշ դիակներ կարող են պատկանել բալենավոր կետերին, որոնք անցել են լայն միգրացիոն միջանցքով: Minke և sei կետերը սնվում են մակերևույթին մոտ, ոչ 6 կամ 7 կիլոմետր խորության վրա, հետևաբար այդ խորություններում նրանց ոսկորները ամենահավանականը մահից հետո սուզված դիակների մնացորդներն են:

Կտցավոր կետերը տարբեր են: Նրանք խորը սուզման մասնագետներ են և steep, մեծ խորության հատակային միջավայրերում սնվում են կաղամարներով ու ձկներով: Diamantina գոտիը հենց նման լանդշաֆտ է՝ ծայրահեղ խորություններ, բարդ V-աձև topography և սուզումների ընթացքում տեսած որս: Հեղինակները պնդում են, որ սովորական մահացությունը, խոր foraging-ի ֆիզիոլոգիական վտանգները, հնարավոր մահացու exhaustion-ը կամ decompression stress-ը կարող են բոլորը մնացորդներ ավելացնել հատակին:

Այնուհետև հատակն է դրանք պահպանում: գոտիի topography-ն կարող է funnel-ի պես ուղղել սուզվող դիակները: Ցածր sedimentation-ը նշանակում է, որ ոսկորները երկար ժամանակ կարող են բաց մնալ: Կտցավոր կետերի խիտ rostrum-ները արտասովոր դիմացկուն են քայքայման նկատմամբ: Ferromanganese oxide-ներն ու carbonate precipitation-ը կարող են նպաստել skeletal նյութի պահպանմանը: Երբ այս ամենը միացվում է, «գերեզմանոցը» պակաս առեղծվածային է դառնում. ոչ մի վայր, որը կետերն ընտրում են, այլ վայր, որտեղ մահերը ավելի մեծ հավանականությամբ են պահպանվում որպես հետք:

Ինչ սա չի ապացուցում

- Սա **չի** ցույց տալիս դիտավորյալ կետերի գերեզմանոց: «Նեկրոպոլիսը» կուտակման փոխաբերությունն է, ոչ վարքային ապացույց:
- Սա **չի** ցույց տալիս մեկ աղետալի mass die-off: Թվագրումները տարածվում են միլիոնավոր տարիների վրա, և հեղինակները նկարագրում են կրկնվող իրադարձություններից կառուցված երկարատև արխիվ:
- Սա **չի** նշանակում, որ խոր ծովն այժմ լավ քարտեզագրված է: Տեղը հայտնաբերվել է հազվադեպ ու թանկարժեք մարդատար սուզումներով մեկ երկրաբանական corridor-ում: Հոդվածը կարևոր է հենց այն պատճառով, որ նման տվյալները սովորաբար քիչ են:
- Սա **չի** դարձնում համակեցությունի յուրաքանչյուր տեսակը նոր հայտնաբերված տեսակ: Հեղինակները նշում են, որ վերցված taxon-ներից շատերը կարող են նոր լինել, բայց մեծ մասը նույնականացված է միայն genus կամ family մակարդակով: Միայն մեկ vesicomysid bivalve է barcode համեմատությունով

վատահորեն նույնականացվել տեսակներ մակարդակով:

- Սա **չի** որոշում յուրաքանչյուր կետի մահվան ամբողջական պատճառը: Հեղինակներն առաջարկում են միավորող բացատրություն՝ միգրացիա, խոր սննդատություն, topography, preservation և sedimentation: Սա նույնը չէ, ինչ յուրաքանչյուր կենդանու մահվան մեխանիզմը ապացուցելը:

Որքա՞ն ուժեղ է ապացույցը

Տեղանքի գոյության ապացույցը ուժեղ է՝ սուզանավից ուղիղ դիտարկումներ, հարյուրավոր քարտեզագրված գրանցումներ, ֆիզիկական նմուշներ, որոշ կենդանիների գենետիկական նույնականացում և բրածո ոսկորի իզոտոպ dating: Ամենաուժեղ պնդումները դիտարկումային են. տեղանքը գոյություն ունի, շատ խոր է, մեծ տարածք է ընդգրկում, այնտեղ կան ակտիվ կետանկում համակեցություններ, և բրածո նյութի մի մասը միլիոնավոր տարվա է:

Բացատրական պնդումները անխուսափելիորեն ավելի փափուկ են: Հոդվածը կարող է ցույց տալ, թե մնացորդները որտեղ են, դրանցից մի մասը ինչ տեսակների է պատկանում, որքան հին են որոշ նմուշներ և ինչ է ապրում ակտիվ կետ անկումների վրա: Բայց այն չի կարող «վերախաղարկել» մահերը: Առաջարկվող genesis-ը reconstruction է՝ հիմնված էկոլոգիայի, ֆիզիոլոգիայի, ծովահատակի ձևի և պահպանման պայմանների վրա: Սա սովորական պալեոէկոլոգիա է՝ ուժեղ, բայց կառուցված տարբեր հետքերի համադրման, ոչ սկզբնական իրադարձությունների ուղիղ դիտարկման վրա:

Ինչու է սա կարևոր

կետ անկումները կարճատև խնջույքներ են, որոնք կարող են դառնալ երկարատև habitat-ներ: Դրանք մակերևութային կենդանուն կապում են խոր հատակի հետ՝ carbon, ոսկոր և քիմիական էներգիա հասցնելով սննդով աղքատ միջավայր: Դրանք նաև island-ի պես են մասնագիտացված կենդանիների համար՝ ոսկոր ծակող որդեր, sulfur-oxidizing symbiont-ներով bivalve-ներ, brittle աստղեր և gastropod-ներ, որոնք կարող են խիտ կուտակվել մնացորդների շուրջ:

Diamantina գոտիք այս պատկերին ավելացնում է ժամանակը: Արդյունքը հուշում է, որ որոշ խոր ծովահատակում կետանկում էկոհամակարգները կարող են պահպանվել ոչ միայն որպես առանձին իրադարձություններ, այլ որպես կետերի էկոլոգիայի և էվոլյուցիայի արխիվ: Կտցավոր կետերը հայտնիորեն դժվար ուսումնասիրվող են, որովհետև ապրում ու սնվում են տեսադաշտից հեռու: Նրանց ոսկորների ծովահատակի կուտակումը կարող է բացահայտել տեսակներ, տարածումներ և evolutionary պատմություն, որոնք մակերևութային դիտարկումները բաց են թողնում:

Մաքուր պատմությունը «գիտնականները գտան օվկիանոսի կետերի գերեզմանոցը» չէ: Այն ավելի տարօրինակ ու օգտակար է. խորը երկրաբանական corridor-ը պահպանել է այնքան կետերի մահեր, որ սովորաբար անցողիկ էկոհամակարգը դարձել է երկարատև գրառում:

Կարճ ամփոփում

Հարավարևելյան Հնդկական օվկիանոսի Diamantina գոտիք ուսումնասիրող հետազոտողները հայտնում են կետերի անկումների և բրածոների հսկայական խոր ծովային կուտակում՝ 485 գրանցված տեղանք ու ակտիվ կետ անկում մոտ 1,200 կիլոմետր երկարությամբ, մինչև մոտ 7,000 մետր խորության վրա, իսկ բրածոների թվագրումները հասնում են 5.26 միլիոն տարվա: Տարածքում կան մասնագիտացված կետանկում համակեցություններ և պահպանված են ինչպես կենդանի, այնպես էլ անհետացած կետերի գծեր, հատկապես կոցավոր կետեր: Արդյունքը հազվագյուտ խոր ծովային արխիվ է, ոչ բառացի գերեզմանոց, ոչ մեկ զանգվածային մահվան իրադարձություն և ոչ ապացույց, որ խոր օվկիանոսն այժմ հասկացված է: Կարևոր պնդումն ավելի նեղ և ուժեղ է. ճիշտ ծովահատակի պայմաններում կետերի մահերը կարող են միլիոնավոր տարիներ պահպանվող գիտական գրառում թողնել:

Աղբյուրներ

Peng et al., A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, *Nature* 654, 978-983 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10546-z>

Science Data Bank dataset for the original in situ images and microbial MAGs

<https://doi.org/10.57760/sciencedb.28830>

MorphoBank project P6064 — original images of investigated whale-fall species

<https://morphobank.org/permalink/?P6064>