

VU Research Portal

Impact of diagenesis on carbonate mound formation

van der Land, C.

2011

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van der Land, C. (2011). *Impact of diagenesis on carbonate mound formation*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Invloed van diagenese op de ontwikkeling van carbonaat heuvels

Dit proefschrift is gewijd aan het definiëren van de parameters, die invloed hebben op de groei van koudwaterkoralen en daardoor op de ontwikkeling van carbonaat heuvels (mounds). De nadruk in het proefschrift wordt gelegd op de invloed van diagenese (omzetting) van de moundsedimenten. Het eerste deel van deze thesis (*Hoofdstukken 2-4*) behandelt de verspreiding en ontwikkelings geschiedenis van carbonaatheuvels, van de sedimentaire processen die leiden tot accumulatie van sediment in moundgebieden en van de primaire samenstelling van de koudwaterkoraal mounds, die we op de continentale rand en hellingen vinden ten westen van Ierland. Het tweede deel van het proefschrift (*Hoofdstukken 5-7*) richt zich op op de invloed van processen die plaats vinden na afzetting van het sediment (diagenese) en het tijdsbestek waarin diagenese plaats vindt. Verder wordt bepaald wat de gevolgen zijn van deze diagenetische processen voor de ontwikkeling van mounds.

Sedimentkernen, genomen op de toppen van verschillende mounds, zijn geanalyseerd om de (paleo-) omgevingscondities die de moundontwikkeling beïnvloeden, te reconstrueren. Bestudering van de sedimentsamenstelling, petrografische bestudering van slijpplaatjes van het gesteente en röntgenfluorescentie analyses van kernen tonen de diagenetische processen aan, die tot oplossing en cementatie van de koraalstructuur hebben geleid. Leeftijden van koraaltakken verkregen met Uranium-Thoriumdatering en het stabiele zuurstof isotopen signaal van foraminiferen verschaffen een chrono-stratigrafisch raamwerk voor de opbouw van de mounds. Er blijken grote hiaten aanwezig te zijn in de moundopbouw, die gekoppeld kunnen worden aan verschillende stadia van erosie of non-depositie in de geschiedenis van de mound opbouw.

In *Hoofdstuk 2* worden de morfologische en sedimentologische eigenschappen van carbonaاتمounds in twee mound- gebieden, op respectievelijk de zuidoostelijke en zuidwestelijke rand van de Rockall Trough (RT), in de NO Atlantische Oceaan onderzocht. Koudwaterkoraalheuvels langs beide randen van de RT hebben een sterk verschillende morfologie. Langs de zuidoostelijke rand worden voornamelijk alleen-

staande, geïsoleerde mounds gevonden op het hogere gedeelte van de helling, tussen 900 en 650 m water diepte. Op de zuidwestelijke RT rand komen mounds voor in grote aaneengesloten groepen, in waterdieptes tussen 600 en 1000 m in een smalle zone parallel aan de helling. Sedimentatiesnelheden op de mounds zijn hoger dan op de omringende zeebodem als gevolg van het invangen van fijnkorrelig biogeen detritus en sedimentdeeltjes tussen de vertakkingen van koraalkolonies (het zogenaamde "baffling" proces). De 3-dimensionale structuur van de koraalvertakkingen en de aanwezigheid van gecementeerde sedimentlagen (hardgrounds) zorgen voor de stabiliteit van de relatief steile hellingen van de mounds. Hoge stroomsnelheden tussen de mounds zorgen lokaal voor non-sedimentatie en het optreden van erosie, zoals o.a. blijkt uit de aanwezigheid van *ice rafted debris* (materiaal dat met ijsbergen is meegevoerd) op de zeebodem en het voorkomen van stroomgeulen langs en rond de mounds. De morfologie en sedimentologie van de met koudwaterkoraal (voornamelijk *Lophelia pertusa* en *Madrepora oculata*) begroeide mounds langs beide zijden van de RT wordt besproken en zijn in een model samengevat dat de ontwikkeling van de mounds beschrijft.

Hoofdstuk 3 gaat in op de datering van koudwaterkoraal met behulp van de Uranium-Thorium dateringsmethode. Dateringen van koraaltakken van de koralen *Lophelia pertusa* en *Madrepora oculata* laten zien dat gedurende de laatste 11.000 jaar de omgevingscondities bevorderlijk zijn geweest voor koraalgroei op de mounds langs de randen van de RT en van de Porcupine Seabight (zuidoostelijk van de RT). Er blijkt een directe koppeling tussen de verticale moundgroei en de aan- of afwezigheid van een dichte bedekking van koraalkolonies op de moundtoppen te bestaan. Groeisnelheden van mounds blijken significant lager te zijn tijdens periodes met minder koraalgroei of de afwezigheid van koraalkolonies. Periodes die gunstig zijn voor koraalgroei op de RT hellingen en in de Porcupine Seabight zijn gerelateerd aan klimatologisch warme fasen en koraal groeit langzamer of is zelf afwezig gedurende koudere periodes zoals tijdens glacialen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de opeenvolging van sedimenten in een mound op de zuidwestelijke rand van de RT. Foto en video onderzoek hier tonen de aanwezigheid van levende koraal-kolonies aan, boven op een dikke laag koraalpuin. De koraalskeletten zijn onderhevig aan bio-erosie en vallen daardoor langzaam uiteen. Analyse van de bestanddelen van een sedimentkern van een moundtop op de zuidwestelijke RT rand laat zien dat de ruimte tussen de koraalvertakkingen voornamelijk is opgevuld met sedimenten die bestaan uit marien detritus en skelet fragmenten van de op de mound aanwezige fauna. De sedimentaire opeenvolging van de mound bestaat uit een afwisseling van lagen met koraal-fragmenten en gecementeerde lagen. Sedimentatie is continu geweest sinds het Jonge Dryas-stadiaal, zoals aangetoond met dateringen van koraaltakken en de stabiele zuurstof isotopen waarden van planktonische en bentische foraminiferen. Het oudere gedeelte van de sedimenten in de kern heeft intermediaire isotopen waarden en bevat grote hiaten met een tijdsduur tot 200.000 jaar. Deze hiaten zijn mogelijk gerelateerd aan vroegere veranderingen in het klimaat, die weer een grote invloed hadden op de oceaan circulatie. Hierdoor werd het lokale hydrodynamische

mische systeem beïnvloed en daarmee de voedsel voorziening van de koralen evenals de sedimentatie patronen op en rond de mounds. Dit had op zijn beurt effect op de koraalgroei en daarmee de ontwikkeling van de carbonaatheuvels.

Sedimentkernen van drie verschillende moundtoppen laten de complexe interne structuur van de mound opeenvolging zien (*Hoofdstuk 5*), met afwisselend niet-gecementeerde lagen met koraaltakken en versteende lagen. Koraalleeftijden verkregen met Uranium-Thoriumdatering tonen de aanwezigheid van verschillende hiaten in de mound opeenvolging aan. Röntgen fluorescentie (XRF), computed tomography (CT) scans en petrografische observaties duiden op het voorkomen van verschillende gradaties van diagenetische omzetting in de sedimenten. Koraalmateriaal met een skelet van aragoniet is afwezig of alleen aanwezig als holtes in de versteende lagen en in deze versteende lagen zijn de coccolieten overgroeid met calciëet. De oplossing van het onstabiele aragoniet koraalskelet lijkt gerelateerd aan de oxidatie van organisch materiaal. Oxidatie van organisch materiaal kan leiden tot verlaging van de verzadigingsgraad voor calciumcarbonaat met oplossing van aragoniet als gevolg. Er wordt een model gepresenteerd dat de sedimentaire en diagenetische processen beschrijft die leiden tot de vorming van de gecementeerde lagen.

Hoofdstuk 6 behandelt de verrijking van redox-gevoelige elementen en de oplossing van magnetische ijzermineralen in het sediment direct onder de versteende lagen in de carbonaatmounds. Het signaal van de magnetische susceptibiliteit (een maat voor het voorkomen van magnetische mineralen in sedimenten) is gecombineerd met het XRF signaal van Fe en Ti om aan te tonen waar de sterk magnetische mineralen zijn omgezet in zwak magnetische ijzermineralen. Een opeenvolging van eerst een versteende laag met opgelost aragoniet met calciëetafzettingen en daaronder een laag met opgelost magnetiet, aangerijkt met ijzer en mangaan, werd gevonden in een drietal kernen. Voor de meest recent versteende laag is aangetoond dat cementatie plaats vond voordat erosie optrad, waarschijnlijk aan het einde van een interglaciaal of de start van een glaciële periode.

In *Hoofdstuk 7* wordt de ontwikkeling en samenstelling van carbonaatmounds op de zuidwestelijke rand van de RT vergeleken met de Galway Mound in de Porcupine Seabight. Verschillen in de sedimentsamenstelling van de mounds blijken gekoppeld te zijn aan de lokale omgevingsfactoren. Mound -groeisnelheden van de Galway Mound zijn hoger dan van de RT mounds dankzij een grotere toevoer van fijnkorrelige niet-carbonaatdeeltjes afkomstig van buiten het moundgebied. Op beide locaties is de moundgroei continu geweest over de laatste 11.000 jaar. Hiervoor komen verscheidene hiaten voor in de sedimentopeenvolging. Het meest recente hiaat kan worden teruggevonden in verscheidene mounds en moundgroepen langs de gehele Ierse continentale rand. Op de zuidwestelijke RT rand zijn deze hiaten verbonden aan de aanwezigheid van versteende lagen, terwijl in contrast hiermee, cementatie niet optreedt in de sedimenten van Galway Mound. Dit hoofdstuk toont aan dat de hoeveelheid materiaal en het soort materiaal dat aankomt bij de carbonaat mounds van directe invloed zijn op de groeisnelheden van en diagenetische processen in de mound.

Het laatste hoofdstuk van dit proefschrift (*Hoofdstuk 8*) vormt een synthese en beschrijft en bediscussieert de invloed van diagenese op het tot stand komen van carbonaat mounds. Er wordt ingegaan op de vraag hoe gecementeerde lagen een cruciale rol spelen bij de ontwikkeling en verticale groei van de carbonaat mounds door de steile flanken te stabiliseren en een harde ondergrond te vormen, waarop koralen zich kunnen vasthechten. Hiervoor worden de overeenkomsten en verschillen tussen mound systemen langs de Ierse continentale rand en o.a. mounds langs de zuidoostelijke continentale rand van de Verenigde Staten, waar ook gecementeerde lagen voorkomen, besproken. De onderliggende processen, die leiden tot de diagenetische modificatie van het sediment worden besproken, evenals de invloed van klimaatcycli op deze processen. Daarnaast wordt een compilatie gegeven van alle koraalleeftijden ouder dan 11.000 jaar, die gevonden zijn langs de Ierse continentale rand en wat dat betekend voor de omgevingscondities en de invloed daarvan op diagenetische processen.