

# 보 도 자 료



29일 오전 1시 이후 보도해주시기 바랍니다

◆ 홍보팀

(팀장 이지영, 담당 강민구)

Tel : 032-770-8630, 8631

Fax : 032-770-8429

◆ 2019. 1. 28. (월) 배포

◆ 총 16쪽 (본문 3쪽, 첨부 13쪽)

## 맨틀의 새로운 퍼즐, 남극 바다에서 찾아낸다

극지연구소, 아라온호 남극 중앙해령 탐사에서 신규 맨틀의 존재 확인

- 극지연구소(소장 윤호일)는 쇄빙연구선 아라온호를 이용하여 남극해에 위치한 '호주-남극 중앙해령'을 탐사하고 연구한 결과 남극권에 '질란디아-남극 맨틀'로 명명된 새로운 타입의 맨틀이 남극-뉴질랜드-호주 동편 영역 아래에 분포한다는 사실을 세계 최초로 발견하였다.
- 이번 '질란디아-남극 맨틀'의 발견은 상부 맨틀이 태평양형과 인도양형으로 구분되어 있으며 이 두 맨틀이 호주와 남극 사이에 위치한 호주-남극 부정합(Australian-Antarctic Discordance) 아래에서 맞닿아 있다는 기존의 학설을 뒤집은 것이다.
- 태평양형 맨틀이 호주-남극 부정합 아래에서 인도양형 맨틀과 접하면서 인도양을 향해 흘러 들어가고 있다는 것이 30년 동안 통용되던 학설이었다. 그러나 극지연구소의 연구결과 태평양형과 인도양형 맨틀 사이에는 이 두 맨틀과 기원이 다른 '질란디아-남극 맨틀'이 존재하며 호주-남극 부정합도 더 이상 태평양형과 인도양형 맨틀의 경계가 아니라는 사실을 확인한 것이다. 인도양형 맨틀과 경계를 이룬

맨틀은 태평양형 맨틀이 아니라 '질란디아-남극 맨틀'인 것으로 이번 연구 결과 확인되었기 때문이다.

- 질란디아-남극 맨틀은 원래 곤드와나라는 이름을 가진 거대한 하나의 대륙을 구성하고 있었던 호주, 뉴질랜드, 남극 대륙을 쪼개고 분리시킨 하부 맨틀의 상승 작용(맨틀 플룸)에서 기원한 것으로 보인다. 이 맨틀 플룸은 약 구천만 년 전 하부 맨틀로부터 상승하여 곤드와나 대륙 아래에 도달, 대륙의 균열을 일으킨 후 남극대륙 아래에서 현재까지도 지속적으로 상승하고 있는 것으로 보인다. 지표 가까이 상승한 맨틀은 북쪽 뉴질랜드를 향해 흘러 호주-남극 중앙해령에도 영향을 미치고 있는 것으로 보인다.
- 이번 성과는 박송현 극지연구소 책임연구원이 충남대, 미국 하버드 대학, 와이오밍 대학, 우즈홀 해양연구소 등과 공동연구를 통해 이뤄냈으며, 국제 학술지인 'Nature Geoscience' 2월 호에 게재될 예정이다.
- 연구를 주도한 박송현 극지연구소 책임연구원은 "신규 맨틀의 발견으로 전 세계 과학계에서 30년 동안 통용되던 맨틀 타입에 대한 학설은 물론 더 나아가 표준적인 지구의 맨틀 대류 모델에 대한 수정이 불가피해졌다. 남극권에서는 대규모의 맨틀 하강이 일어나고 있다는 것이 전지구적 맨틀 대류의 표준 모델이었으나 이번 발견으로 남극권에서도 맨틀이 하부에서 지속적이고도 대규모로 상승하고 있음이 확인되었기 때문이다"며, "전지구적 맨틀 순환과 진화 과정을 더 정확히 규명하기 위한 방향으로 연구를 확대해 나가겠다"고 전했다.

- 맨틀은 지구의 단면을 세 부분으로 나누었을 때 지각과 핵 사이에 위치하고 있으며 지구 체적의 84%를 차지해 규모가 압도적으로 크다. 맨틀은 고체이지만 지구 내부의 열 방출로 인해 끊임없이 대류하고 있다. 맨틀의 움직임은 대륙의 이동, 지각의 생성과 소멸을 일으키며 지구의 기후에도 큰 영향을 미친다.
- 최대 수십 킬로미터의 지각 아래 있는 맨틀은 직접 채취가 어렵기 때문에, 맨틀이 상승하여 새로운 지각을 만드는 중앙해령에서 암석이나 가스를 채취하여 분석하는 간접적인 방식이 연구에 널리 활용되고 있다.
- 한편, 극지연구소는 국제 공동 연구를 통해 호주-남극 중앙해령의 지형적 특성과 빙하 주기와의 상관성을 규명하여 그 결과를 2015년 2월 'Science'지에 게재한 바 있으며, 무진 열수 분출구와 그 주변에서 서식하는 신종 생명체들을 세계 최초로 발견해 국제 학계에 보고한 바 있다.

극지연구소

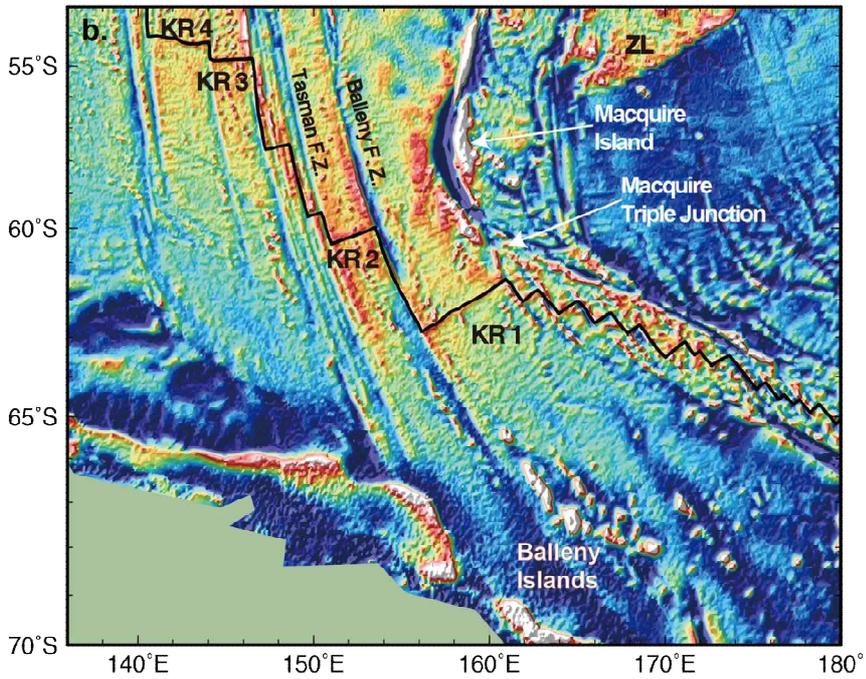
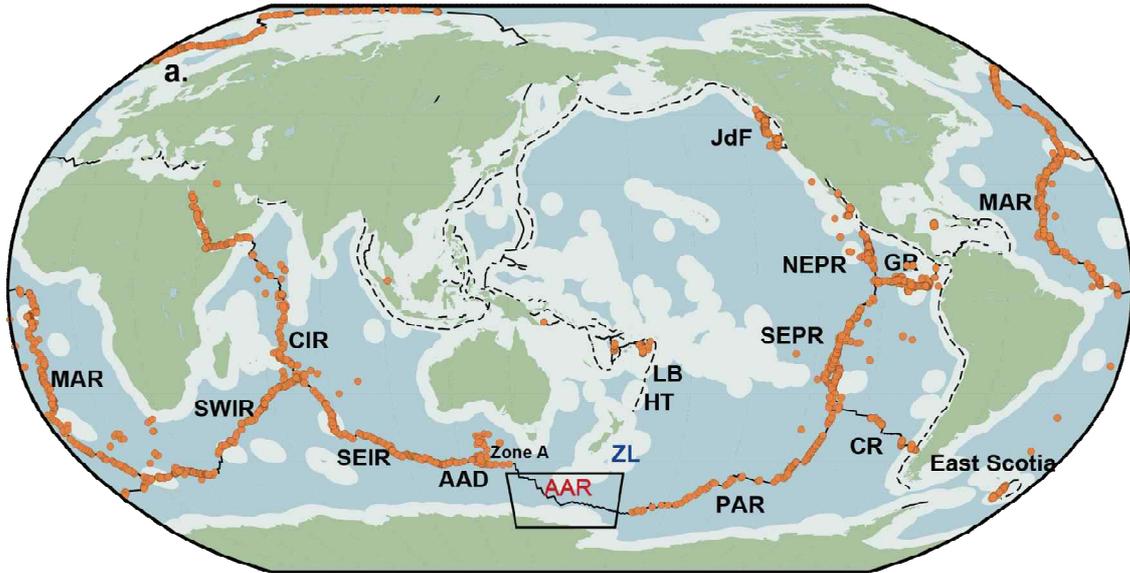
- 첨부1. 호주-남극대륙 바다 아라온호 탐사 위치
- 첨부2. 질란디아-남극 맨틀 분포
- 첨부3. 남극대륙의 발달과 질란디아-남극 맨틀의 역할
- 첨부4. 곤드와나 대륙의 균열, 질란디아-남극 맨틀의 형성 모델
- 첨부5. 질란디아-남극 맨틀과 주변 맨틀의 동위원소 분석 결과
- 첨부6. 연구 배경 지식과 의의

극지의 한국,  
미래의 도전

이와 관련하여 보다 자세한 내용이나 취재를 원하시면 극지연구소 박승현 박사 (☎ 032-760-5434) 또는 홍보팀 이지영 (☎ 032-770-8630), (강민구(☎ 032-770-8631)에게 연락주시기 바랍니다.

**첨부1**

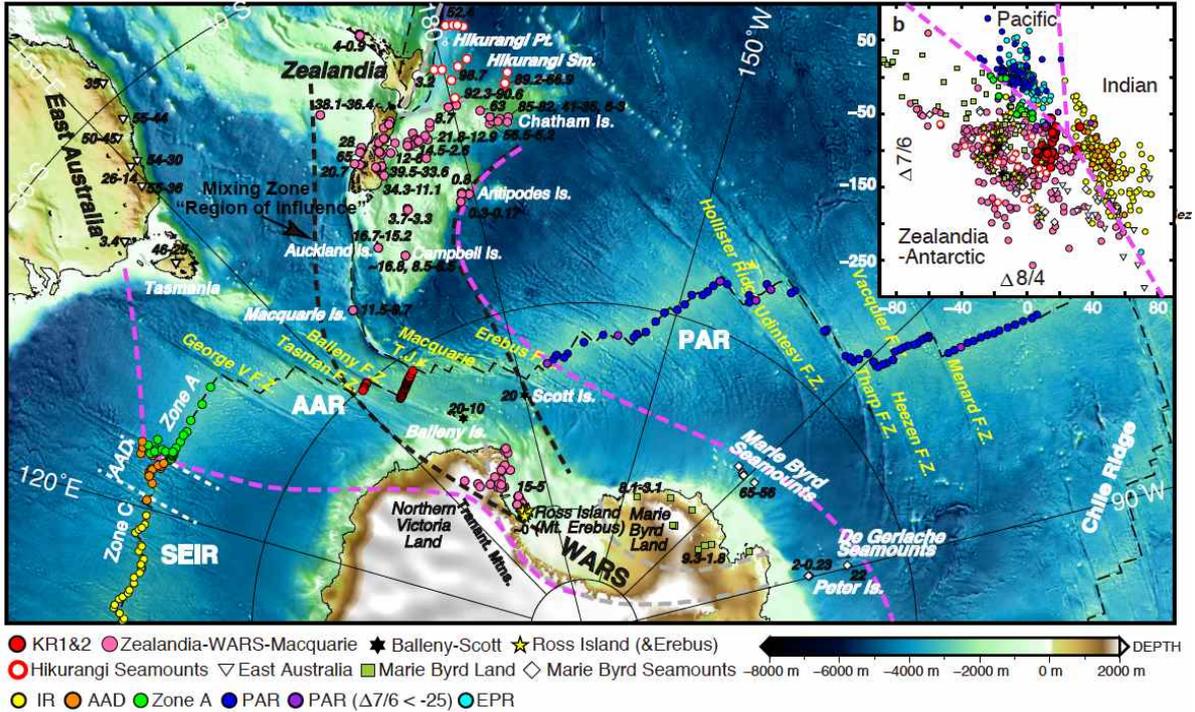
**호주-남극대륙 바다 아래온호 탐사 위치**



중양해령의 분포와 극지연구소 탐사 지역인 호주-남극 중양해령. (AAR: 호주-남극 중양해령, AAD: 호주-남극 부정합, SEIR, 남동인도양 중양해령, PAR: 태평양-남극 중양해령)

## 첨부2

## 질란디아-남극 맨틀 분포도

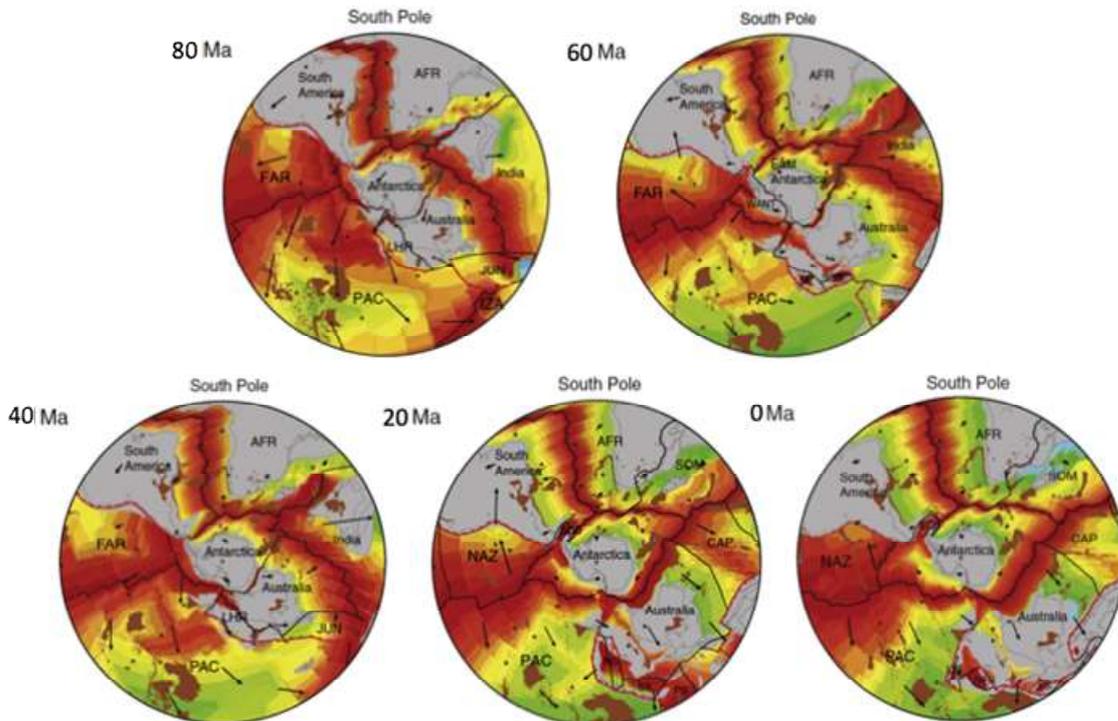


분홍색 점선의 안쪽이 질란디아-남극 맨틀이 분포하고 있는 지역. 서쪽으로는 인도양형 맨틀, 동쪽으로는 태평양형 맨틀이 분포

극지연구소

### 첨부3

## 남극대륙의 발달과 질란디아-남극 맨틀의 역할

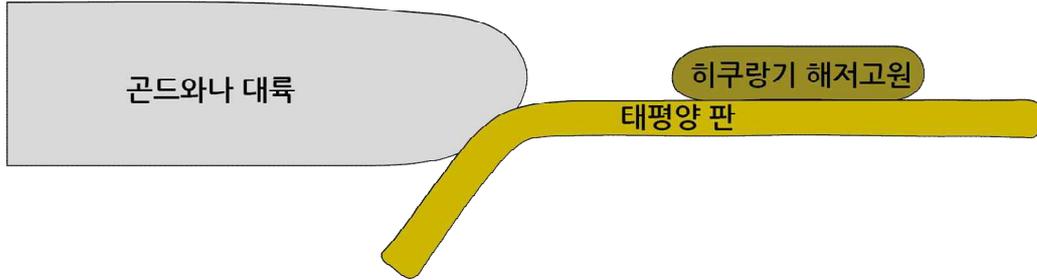


연구지역의 지구조적 진화. 남극-호주-뉴질랜드는 하나 (곤드와나 대륙)로 뭉쳐 있다가 쪼개지면서 현재의 모습으로 진화해왔다. 균열의 원인은 남극 대륙 하부 맨틀에서 올라온 맨틀 플룸인 것으로 판단되며, 이 맨틀 플룸이 질란디아-남극 맨틀을 구성하고 있는 것으로 추론된다. (Earth Science Review 113 (2012) 212-270)

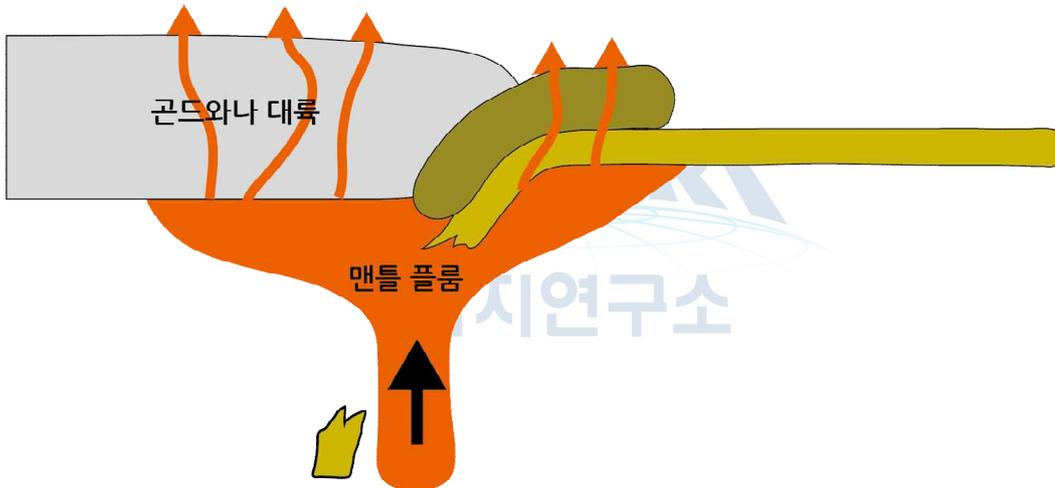
#### 첨부4

### 곤드와나 대륙의 균열, 질란디아-남극 맨틀의 형성 모델

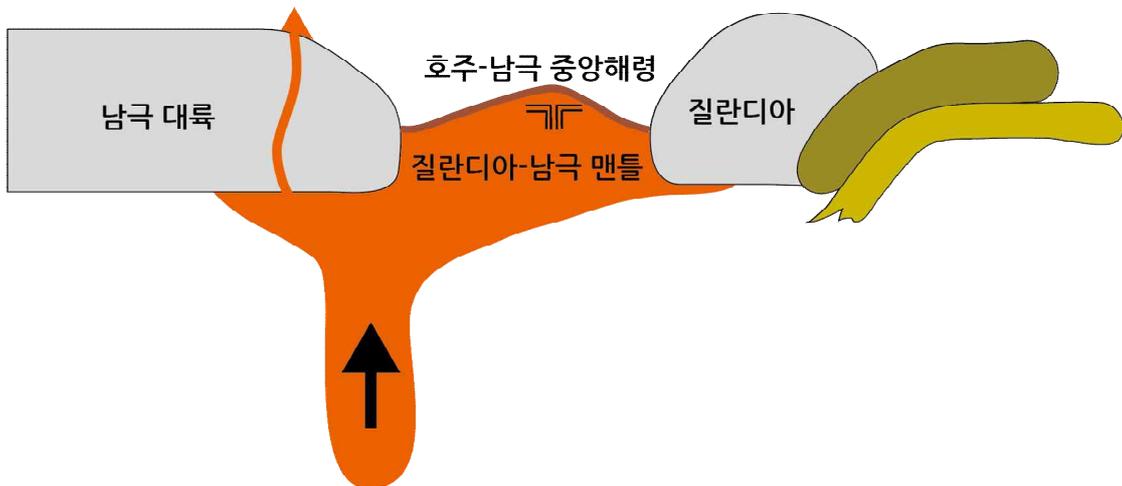
a) 백악기 초기, 곤드와나 대륙으로 태평양 지판으로 섭입함



b) 백악기 후기(약 1억년 전) 곤드와나 대륙과 히쿠랑기 해저 고원이 충돌하여 태평양 지판의 섭입이 중단되고 비슷한 시기에 맨틀 플룸이 상승하면서 곤드와나 대륙이 쪼개짐

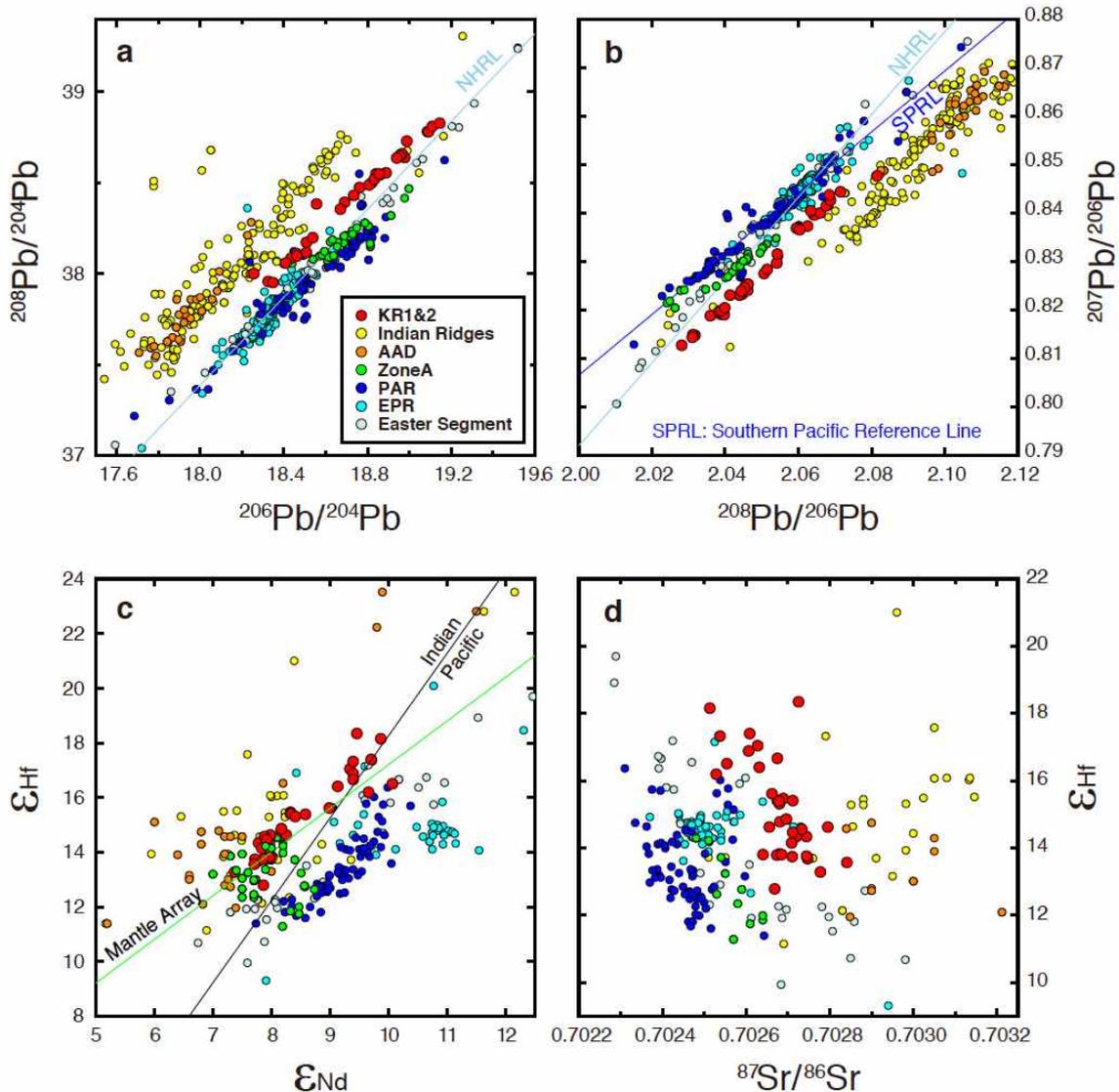


c) 곤드와나가 남극대륙, 질란디아, 호주로 나뉘어 지고 상승한 맨틀은 '질란디아-남극 맨틀' 형성



## 첨부5

## 질란디아-남극 맨틀과 주변 맨틀의 동위원소 분석 결과



동위원소 분석에서 질란디아-남극 맨틀 (빨간색)이 태평양형 (파란색)·인도양형 (노란색) 맨틀과 다른 경향성을 보이는 것이 확인됨.

동위원소 분석: 동위원소 (원자번호는 같지만 질량이 다른 원소)의 상대적인 비율은 암석의 기원 성분과 진화에 대한 정보를 담고 있어 지구 역사를 연구하는 데 활용됨

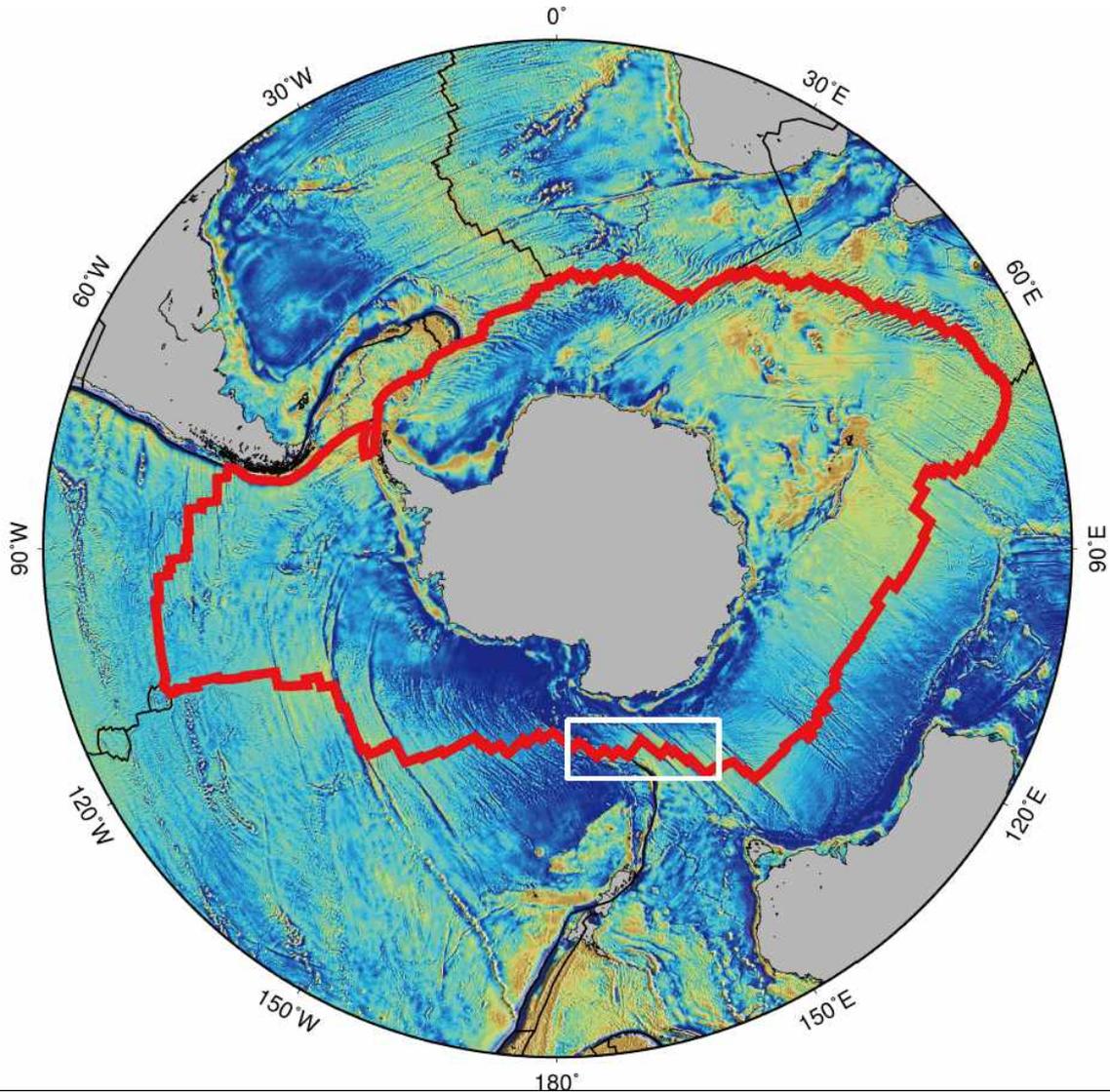
1. 중앙해령

- 중앙해령은 야구공의 매듭 부위같이 전 지구를 감싸고 있는 바다 밑 산맥으로서 상부 맨틀에서 녹아 올라온 현무암이 분출하면서 지표의 2/3 이상을 덮고 있는 해양 지각을 형성하고 있는 지역이다. 중앙해령 현무암을 연구함으로써 맨틀에 대한 정보를 얻을 수 있다.
- 중앙해령에서 분출되는 열수는 태양에너지가 닿지 않는 심해에 에너지를 공급함으로써 육상 및 해양 생태계와는 다른 심해 열수 생태계 형성의 기반이 된다.



2. 호주-남극 중앙해령

- 남극 대륙은 중앙해령으로 둘러싸여 있고 지구 전체 중앙해령의 중 1/3을 차지할 정도로 대규모인데도 불구하고 탐사가 거의 진행되지 않았다. 남극 중앙해령이 너무 멀고 해황이 거칠어 접근이 쉽지 않았기 때문이다. 호주-남극 중앙해령은 아라온호가 탐사하기 전까지 어느 나라도 탐사하지 못했던 미지의 영역이었다. 2011년부터 2017년 기간 동안 극지연구소가 아라온호를 활용하여 세계 최초로 탐사를 함으로써 이 지역의 지형과 열수 분포 맨틀의 특성 등이 알려지게 되었다.

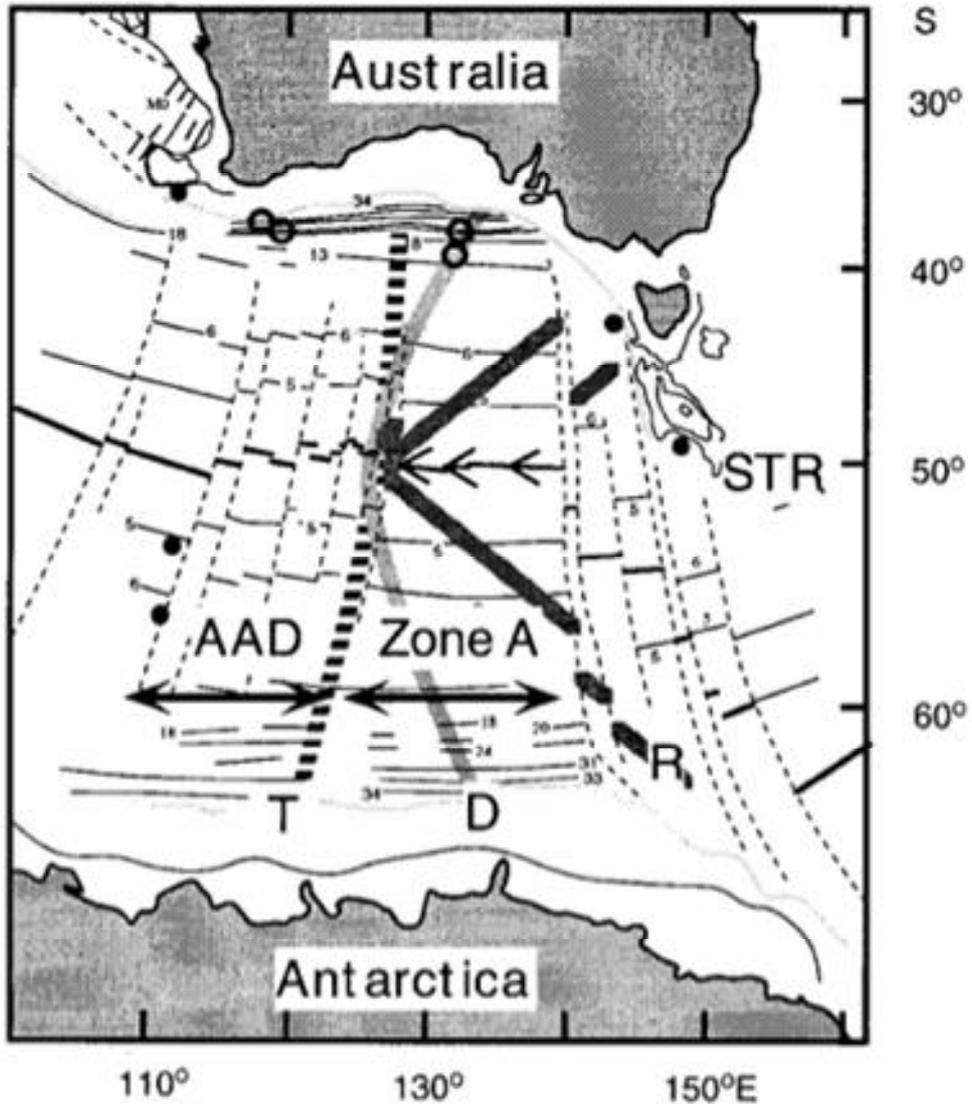


남극 대륙을 둘러싸고 있는 환 남극 중앙해령(붉은 선)과 아라온호 탐사 지역인 호주-남극 중앙해령. 환남극 중앙해령은 전체 중앙해령의 약 1/3을 차지하고 있다. 하얀 실선 네모 박스가 탐사 지역인 호주-남극 중앙해령

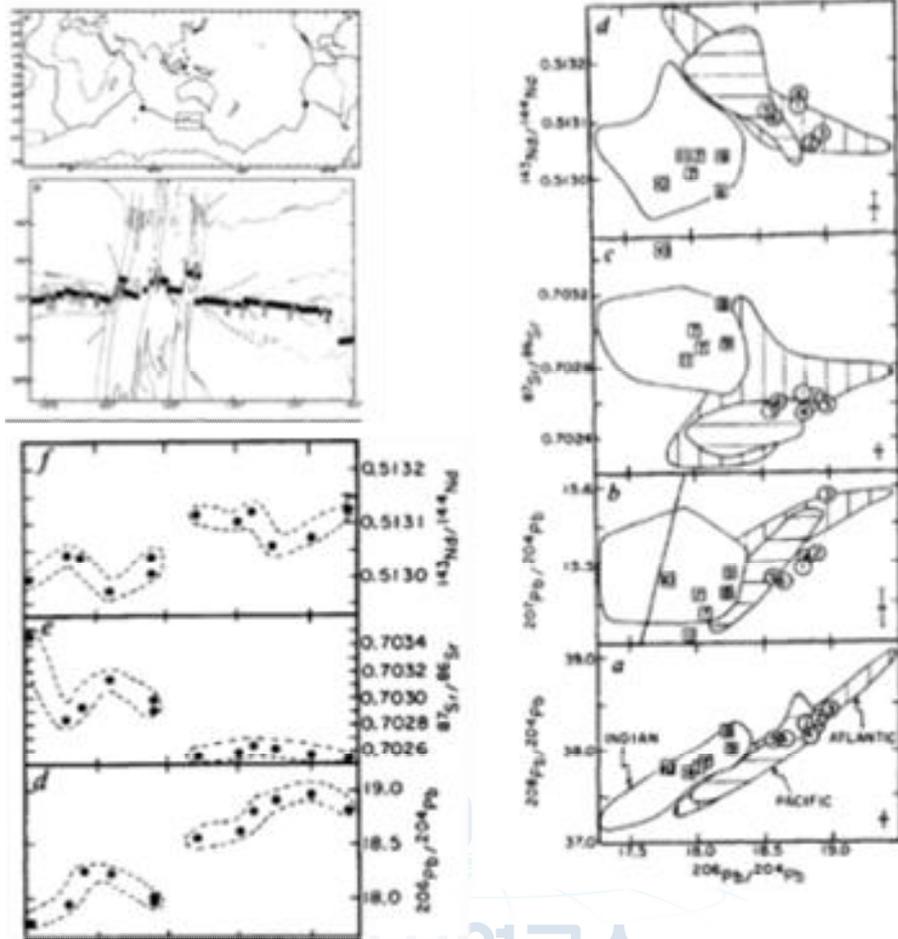
### 3. 호주-남극 부정합

- 호주-남극 부정합은 호주-남극 중앙해령 서쪽으로 연결되어 있는 남동 인도양 중앙해령의 구간 이름으로써 독특한 지형과 물리적 특성으로 인해 주목을 받았던 지역이다. 수심이 가장 깊은 중앙해령이며 중력 값이 아주 낮고 다른 중앙해령과 다른 매우 불규칙한 지형을 갖고 있다. Klein 등 (Nature 1988)이 이 지역을 경계로 서편은 인도양형 맨

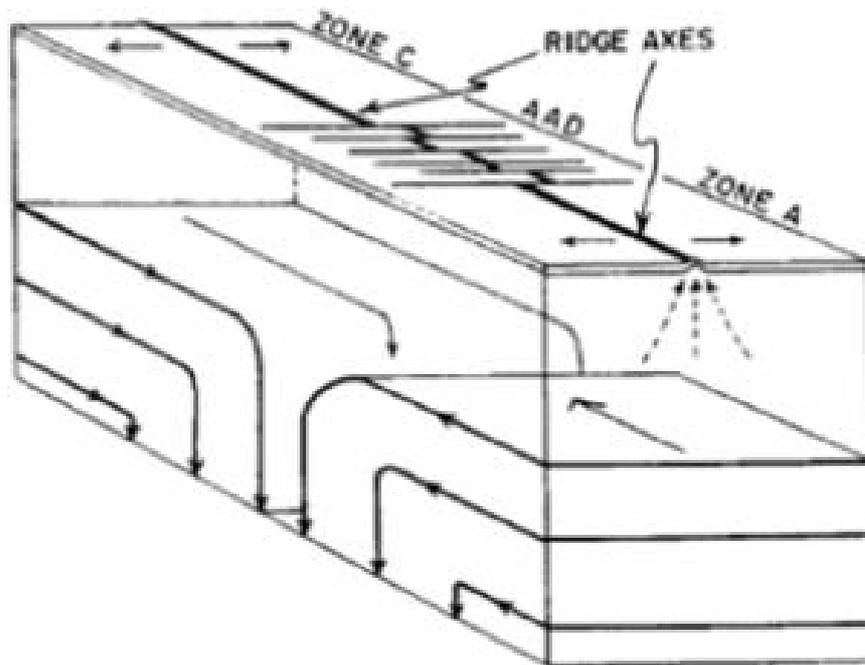
틀 동편은 태평양양형 맨틀의 특성을 갖는다는 것을 발견함으로써 이 지역이 인도양형 맨틀과 태평양양형 맨틀의 경계라는 학설이 널리 알려지게 되었다.



호주-남극 부정합의 위치 (Christie 등 1998, Nature). 호주-남극 부정합을 경계로 서쪽은 인도양형 맨틀, 동쪽은 태평양양형 맨틀로 나뉜다는 것이 그동안 학계의 정설이었다.



호주-남극 부정합을 태평양형과 인도양형의 경계로 본 것은 이 지역을 경계로 동위원소 비가 급격한 변화를 나타내기 때문이었다 (Klein 등, 1988, Nature).



**Fig. 5** Schematic model for large-scale, convective mantle downwelling beneath the AAD. Local upwelling associated with spreading of the ridge axis is indicated by the dashed arrows. See text for discussion.

호주-남극 부정합에서의 맨틀 대류. 인도양형 맨틀과 태평양형 맨틀이 호주-남극 부정합에서 만나 하강한다는 것이 기존의 학설이었다 (Klein 등 1988, Nature).

#### 4. 동위 원소

- 동위원소는 주기율표상의 위치는 같지만 질량은 다른 원소를 지칭한다. 예를 들어 납(Pb)의 경우 원자번호는 82 번으로 같지만 (양성자수가 같음) 자연에는  $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$  등 4 개의 동위원소가 안정적으로 존재한다. 암석의 동위 원소비는 생명체의 DNA와도 같이 암석의 기원과 역사에 대한 정보를 갖고 있다. 따라서 동위원소 연구를 통해 암석의 기원과 진화에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있다.

#### 5. 태평양형 맨틀과 인도양형 맨틀

- 동위원소 연구에 따르면 상부 맨틀은 조성이 다른 태평양형 맨틀과 인도양형 맨틀이 서로 섞이지 않고 분리된 채로 오랜 기간 대류해 왔다. 호주-남극 부정합에 위치한 것으로 보였던 이 두 맨틀의 경계가 어떻게 유지되는 메커니즘은 학계의 많은 논란거리였다.

#### 6. 맨틀, 맨틀 대류, 맨틀 플룸

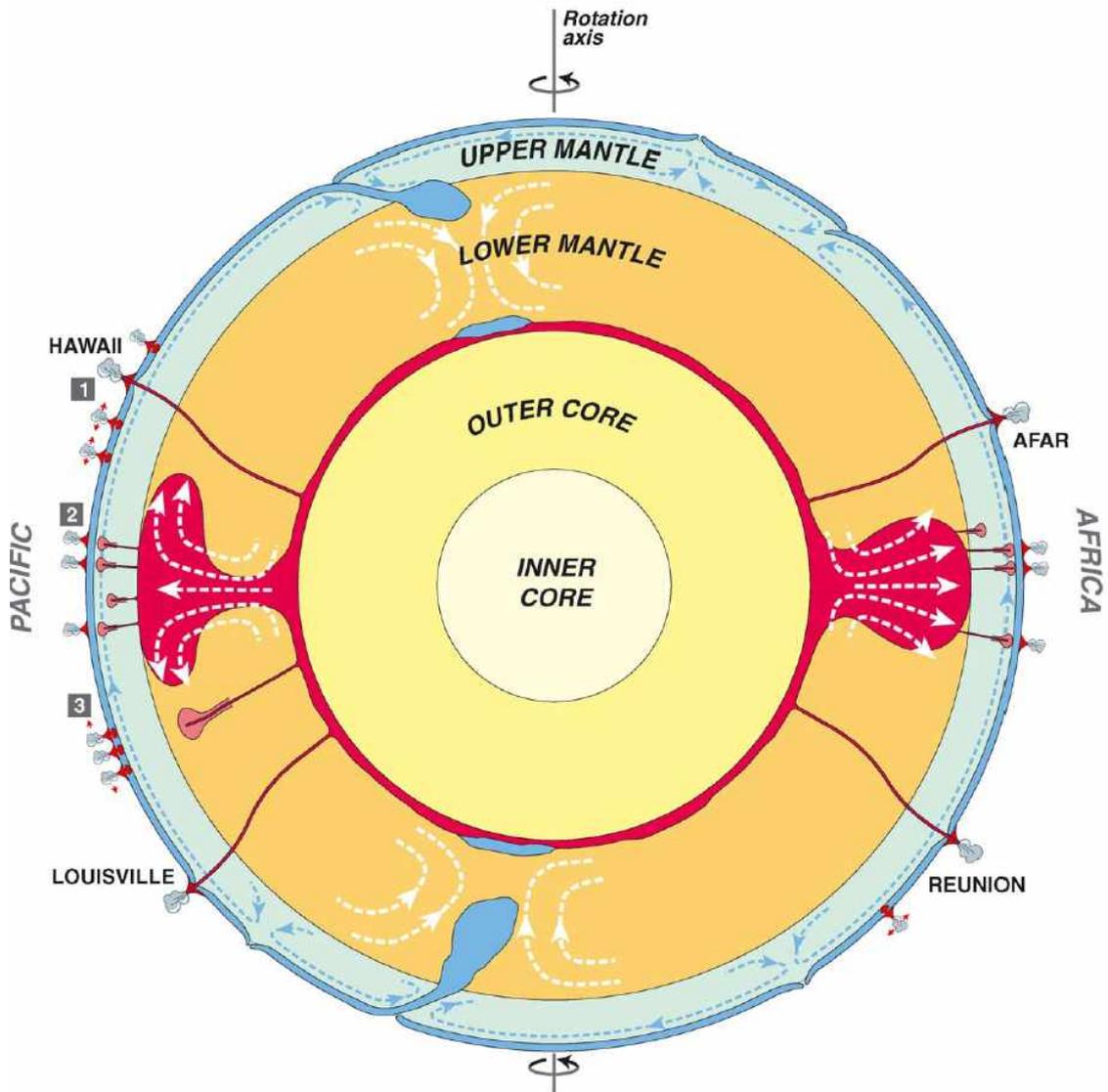
- 지구는 구조적으로 지각-맨틀-핵으로 구성되어 있다. 그 중에서 맨틀은 지구 체적의 약 84%를 차지하고 있어 규모가 가장 크다. 우리가 접하고 있는 지각은 지구 전체의 1% 미만이며 맨틀이 부분적으로 용융하여 상승한 다음 굳어져 형성된 것이다. 핵은 철과 니켈로 구성되어 있어 규산염으로 구성되어 있는 지각-맨틀과 성분이 크게 다르다. 맨틀은 고체이지만 끊임없이 움직이고 있다. 맨틀의 움직임을 맨틀 대류라고 한다. 기후를 결정하는 대륙의 위치나 화산 활동이 전 지구적 맨틀 대

류와 밀접하게 관련되어 있기 때문에 맨틀 연구는 지각의 기원과 진화는 물론 지구 환경을 이해하는데 필수적이다. 맨틀에 대한 연구는 지구의 현재, 과거, 미래를 이해하는데 있어서 중요한 열쇠를 쥐고 있는 것이다.

- 맨틀 대류는 맨틀의 상승과 하강으로 설명할 수 있는데 하부 맨틀에서부터 맨틀이 대규모로 상승하는 현상을 맨틀 플룸이라고 한다. 맨틀의 하강은 주로 지판이 섭입하는 곳에서 일어난다.

## 7. 맨틀 대류의 표준 모델

- 맨틀 대류의 원인이 무엇인 지, 어떤 패턴으로 움직이는 지에 대해서는 끊임없는 학문적 논쟁이 있어왔다. 현재까지 널리 수용되어온 맨틀 대류의 표준 모델은 서태평양에 최대 규모의 지판의 섭입과 관련된 대규모의 맨틀 하강이 있고 동태평양과 아프리카 아래에 초대형 맨틀 플룸 (Super-Swell)이 있어서 균형을 이루고 있다는 것이었다. 남극권에는 맨틀의 상승 보다는 하강이 주된 경향이라는 것이 정설이었다. 따라서 남극권에 동태평양과 아프리카에 있는 초대형 플룸에 버금가는 대규모 맨틀 플룸이 존재한다는 것은 기존의 이해를 뒤엎는 것이며 맨틀 대류 모델에 대한 중대한 수정을 필요로 한다.



표준적인 맨틀 순환 모델 (Courtillot 등 2003, EPSL). 이 모델에 따르면 남극권에서는 맨틀이 하강하고 있으나 동태평양과 아프리카 못지않은 대규모의 맨틀 상승이 이 지역에서도 일어나고 있음이 확인되었다. 이번 발견으로 표준적 맨틀 대류 모델에 큰 수정이 요청되고 있다.