

남셰틀랜드군도의 지체구조 및 킹조지섬의 지질

이민성* · 박병권 · 남상헌 · 좌용주

*서울대학교 사범대학 지구과학교육과, 해양연구소

Tectonics of the South Shetland Islands and Geology of King George Island: A Review

MIN-SUNG LEE*, BYONG-KWON PARK**,
SANG-HEON NAM** AND YONG-JOO JWA**

*Seoul National University, College of Education, Department of Earth Science, Seoul, 151-742, Korea

**Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

남극반도가 남미대륙과 중생대 지질사에 있어서 상당히 유사한 것은 서남 곤드와나랜드의 분리 이전에 그 두 부분이 연장선상에 놓였을 가능성을 나타낸다. 남셰틀랜드군도를 포함한 남극반도 일대의 화성 활동은 중생대 말까지는 Farallon/Phoenix판의 subduction에 의한 남미 코르딜레라 조산운동과 연관되고, 제 3기부터는 드레이크해협과 스코티아해 형성의 지구조운동과 연관된다.

남셰틀랜드군도의 기반암은 편암과 변형퇴적암으로 구성되어 있으며, 이들 기반암과 더불어 남셰틀랜드 군도는 쥐라기말 혹은 백악기 초에 남서방향으로부터 형성되기 시작했고, 화성활동은 도호 솔레이이트와 칼크 알칼리계열의 중간적 성격을 지니고 서남으로부터 동북방향으로 진행되었다. 제 4기에 들어서면서 남셰틀랜드군도에는 제 3기 말까지의 화성활동과는 상이한 즉, 강한 친알칼리성의 성격을 지닌 화성활동이 나타나는데, 이는 배호확장 등의 intra-plate tensional tectonics에 기인한다. 백악기 후기에서 제 3기까지의 암석들은 킹조지섬에 주로 분포하며 현무암-안산암의 용암과 협재된 화산쇄설암으로 구성된다. 화산암 류의 일부는 심한 변질을 받았으며, 상당량의 방해석, 실리카광물 및 황철석을 포함하며, quartz-pyrite lodes라 불리기도 한다.

킹조지섬의 층서는 크게 Fildes Formation과 Hennequin Formation으로 나뉜다. 킹조지섬의 어드미럴티만을 중심으로 그 서쪽에 Fildes Formation이 분포하고, 그 동쪽에 Hennequin Formation이 분포하나, 이 두 층은 거의 비슷한 시기에 형성된 것으로 보인다. Fildes Formation은 변질받은 감람석 현무암과 현무암질 안산암으로 구성되는 반면, Hennequin Formation은 세립질의 하이퍼스던-오자이트 안산암으로 구성되며, 이들 두 층은 모두 화산쇄설성 암석들을 협재한다.

The similarity in Mesozoic geology between the Antarctic Peninsula and South America indicates the possibility that they had situated along the same tectonic line before the separation of southwestern Gondwanaland. The igneous activity around the Antarctic Peninsula, including the South Shetland Islands, can be correlated with the South American Cordillera Orogeny due to the subduction of Farallon/Phoenix plate until late Mesozoic. However igneous activity in Tertiary correlates with the tectonic movement accompanying the formations of Drake passage and Scotia sea. The South Shetland Islands form a Jurassic-Quaternary magmatic island arc on the sialic basement of schist and deformed sedimentary rocks. Forming of the South Shetland Islands arc began during the latest Jurassic or earliest Cretaceous from the southwestern part of the archipelago. The igneous activity migrated northeasterly and continued in most areas until late Tertiary. The entire arc-forming period, between late Jurassic and late Tertiary times, was characterized by emplacement and eruption of magmas of intermediate between island-arc tholeiite and calc-alkaline types. However, Quaternary volcanic rocks show strong alkaline affinities which corresponds to the switch from compressional to intra-plate tensional tectonics.

The rocks of late Cretaceous to Tertiary, mainly found in King George Island, consist of lava of basalt to andesite and intercalated pyroclastic rocks. Some of the volcanic rocks, which often called

'quartz-pyrite lodes' are severely altered and include much content of calcite, silica and pyrite. The stratigraphic succession of King George Island can be divided into two formations: Fields formation and Hennequin formation. The Fildes formation crops out at the west side of Admiralty Bay on King George Island, while the Hennequin formation at the east side of the bay. These two formations are thought to be formed contemporaneously. The Fildes formation consists of altered olivine-basalt and basaltic andesite, whereas the Hennequin formation consists of fine-grained hypersthene-augite-andesite. Both formations intercalate pyroclastic rocks.

서 론

우리나라의 남극 세종기지는 바톤반도 (Barton Peninsula)에 위치하고, 바톤반도는 킹조지섬의 남서쪽에 위치하며, 킹조지섬은 남쉐틀랜드군도의 일부를 이루고 있다.

바톤반도의 지질 및 화성암류의 지구화학적 그리고 지구연대학적 연구는 최근 Kang and Jin (1989), Park (1989)와 Park *et al.* (1989)에서 볼 수 있는데, 지금까지 바톤반도에서 얻어진 정보에 대한 보다 세밀한 해석과 앞으로의 남극반도 일대의 육상환경에 대한 연구를 위해서는 킹조지섬의 지질과 더 나아가 남쉐틀랜드군도의 지질 및 지체구조에 대한 이해가 선행되어야 할 것이다.

1970년대 이후 많은 지질학자 및 지구물리학자들의 관심은 판구조론에 입각한 지체구조 해석에 집중되었고, 중생대에 들어서면서서의 Pangea 초대륙 (supercontinent)의 분리로부터 현재까지의 지체구조의 발달경로에 관한 연구가 계속 진행되어 왔다. 우리가 관심을 가지고 있는 남극반도는 Pangea 초대륙의 남반구에 위치한 곤드와나랜드 (Gondwanaland)의 일부를 이루었었다 (de Wit, 1977; Dalziel, 1983). 그러므로 남극반도의 지체구조의 발달경로를 살피기 위해서는 초기 곤드와나랜드로부터 남극반도가 어떻게 분리되고, 발달되었는지를 살펴야 한다.

남쉐틀랜드군도는 구조적으로 남극반도와 불가분의 관계에 있으므로, 남극반도의 지체구조에 대한 이해가 곧 남쉐틀랜드군도를 이해하는데 직결된다고 하겠다. 여기에서는 남쉐틀랜드군도를 포함한 남극반도의 지체구조 발달사 그리고 남쉐틀랜드군도의 지질과 킹조지섬의 지질에 대하여 개략적으로 알아 보기로 한다.

남쉐틀랜드군도의 지체구조

1. 남쉐틀랜드군도의 지체구조 발달사

남쉐틀랜드군도 (South Shetland Islands)의 구조 발달사를 이해하기 위해서는 우선 곤드와나랜드로부터의 남극대륙 및 남극반도의 분리에 대한 이해가 필요하다. 왜냐하면 남쉐틀랜드군도는 곤드와나랜드로부터 남극대륙이 분리되고, 또한 남극반도가 남미대륙으로부터 분리되는 말기의 stage에 형성되었기 때문이다 (Kim and Park, 1988).

곤드와나랜드 분리 이전의 각 대륙의 상대적 위치에 대한 복원은 여러 학자들에 의해 연구되었는데, 그 중에서 주라기 말엽의 서남 곤드와나랜드에서의 남미대륙과 남극반도의 위치에 대해서는 세 가지 복원모델로 집약된다. 첫번째로는 "cusplate" 모델로 현재 태평양 연변부, 특히 알류시안 열도 (Aleutian arc)와 캄차카반도 (Kamchaka Peninsula) 사이에서 볼 수 있는 것과 유사하다 (Fig. 1a; Barker and Griffiths, 1972; Barker and Burrell, 1977). 이 모델에서는 수렴성 태평양 연변부 (convergent Pacific margin)로부터 남조지아섬 (South Georgia Island)의 위치가 고립되는데, 남조지아섬이 주라기 말에서 백악기 초의 magmatic arc-marginal basin의 특성을 지닌 것으로 미루어보아, 그 동떨어진 위치는 받아들이기 곤란하다 (Dalziel, 1983). 두번째로는 "overlapping" 모델로 남극반도가 현재 남미대륙의 위도 50°S 부근까지 overlap 되어있는 것이다 (Harrison *et al.*, 1980; Fig. 1b). 이 모델은 Norton and Sclater (1979)에 의해 아프리카와 동남극의 위치 복원에서 유래되었는데, 남미대륙과 남극반도를 중첩시킬 때 곤드와나랜드의 Panthalassic margin에서 이상한 형태를 나타내게 되며, 또한 "cusplate" 모델에서와 같이 남조지아섬의 위치도 주라기 말엽의 arc-margin system의 위치로 복원시켜야 하는 문제점이 있다 (Dalziel, 1983). 세 번째로는 "continuing" 모델로 Dalziel *et al.* (1975)과 de Wit (1977)에 의해 독립적으로 제안되었는데, 이는

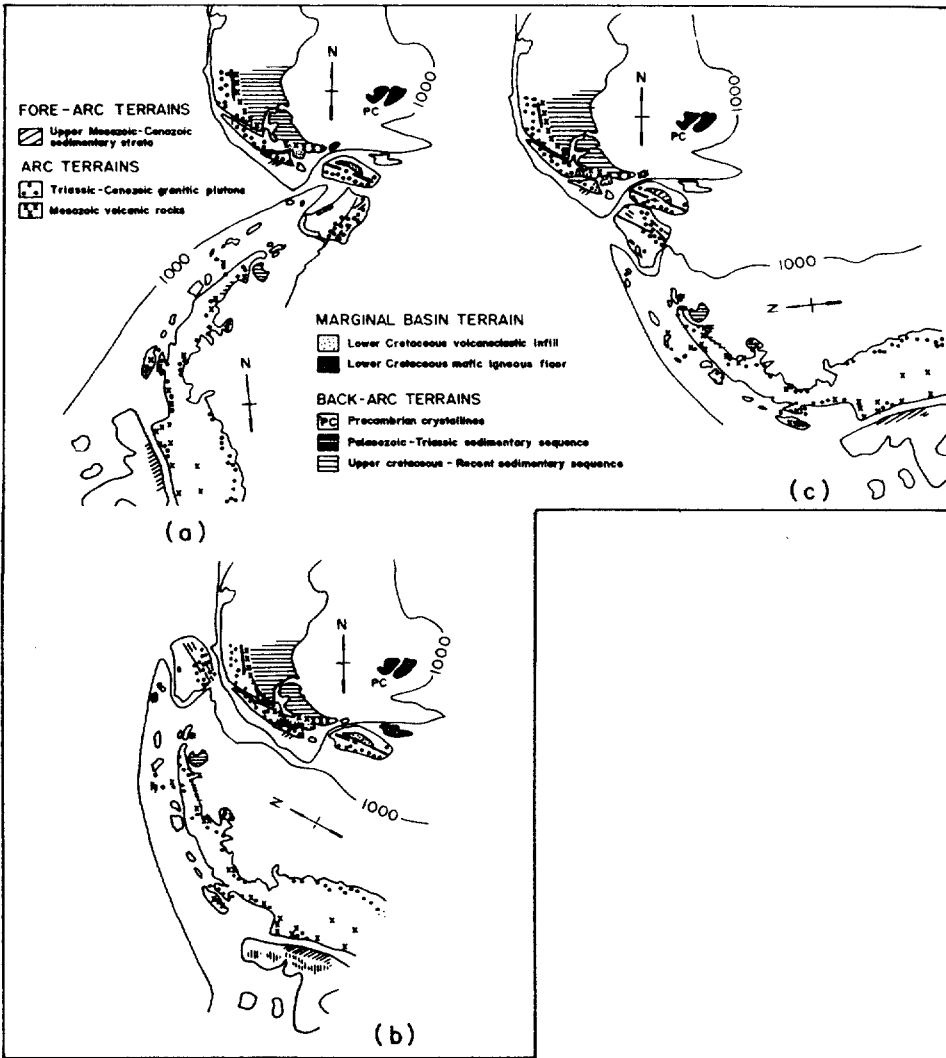


Fig. 1. Reconstruction model of South America-Antarctic Peninsula relations. a, “cuspatе” model; b, “overlapping” model; c, “continuing” model (after Dalziel, 1983).

남극반도의 위치가 현 위치로부터 반시계 방향으로 90° 회전된 것이고, 안데스 지역과 연장선에 놓이게 되며 (Fig. 1c), 지질학적으로 상당히 신빙성이 있을 것으로 생각된다.

이하에서는 쥬라기 말엽의 남미대륙과 남극반도의 위치를 “continuing” 모델로 가정하여, 그 이후의 스코티아해의 형성 및 남쉐틀랜드군도 부근의 지체 구조의 발달경로를 de Wit (1977)의 그림들을 이용하여 설명하기로 한다.

Fig. 2a (실제적으로 Fig. 1c의 “continuing” 모델과

같다)에서 보는 것처럼 남극반도는 남미대륙의 연장 선상에 놓이다가 쥬라기 말엽부터 분리되기 시작하여 남쪽으로 움직이면서, ensialic marginal basin (Falkland Trough)을 형성시키고, remnant arc로서 북스 코티아 능선 (North Scotia Ridge)이 형성된다. Active arc (남극반도)의 반시계 방향의 회전은 우리나라에서의 동해와 같은 marginal basin을 형성시키는데, arc의 후면에서는 융기 (rifting)와 대양저 확장이 일어남으로써 남안데스에서의 오피오라이트의 노출과 중앙 스코티아분지 (Scotia basin) 및 웨넬해를 형성

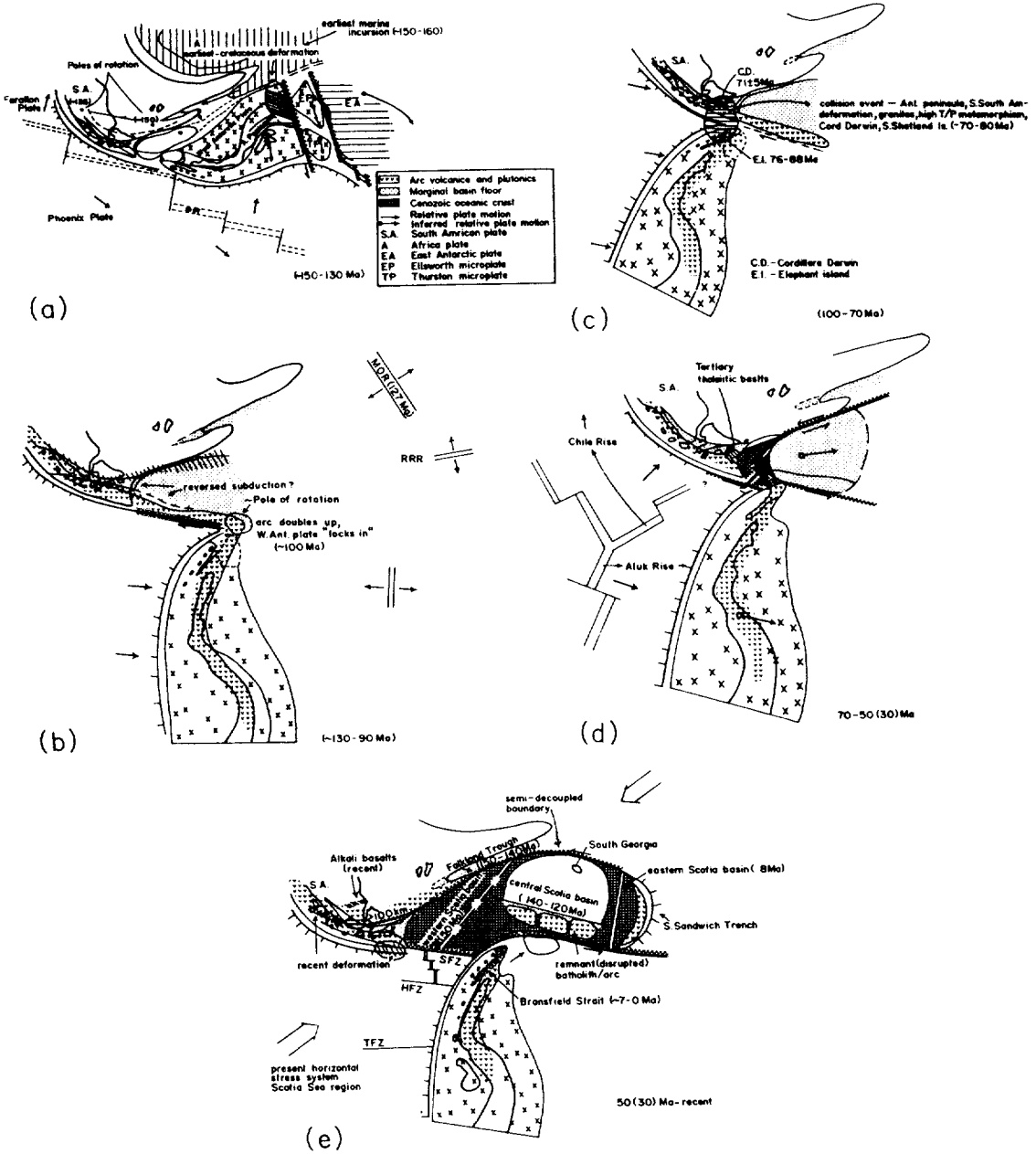


Fig. 2. Diagrammatic plate tectonic evolution of SW Gondwanaland and the Scotia Sea region. a, 150-130 Ma; b, 130-90 Ma; c, 100-70 Ma; d, 70-50 (30) Ma; e, 50(30) Ma-recent (after de Wit, 1977).

시킨다. Marginal basin 형성의 원동력은 쥐라기-백악기에 태평양에 존재했던 Phoenix/Farallon ridge의 subduction에서 찾을 수 있다(Larson and Pitman, 1972). 즉 Farallon 판에서 Phoenix 판으로 방향벡터가 바뀌면서 그때까지 작용하던 압축 스트레스가

약화되어 marginal basin이 열리게 되는 것이다.

Marginal basin을 구성하는 암석들은 100-90 Ma 경에 초기 변형을 받았고, 후기 역전된 subduction에 의한 변형 또한 있었을 것으로 생각된다(Dalziel *et al.*, 1974). 남극반도판 (Antarctic Peninsula Plate)의

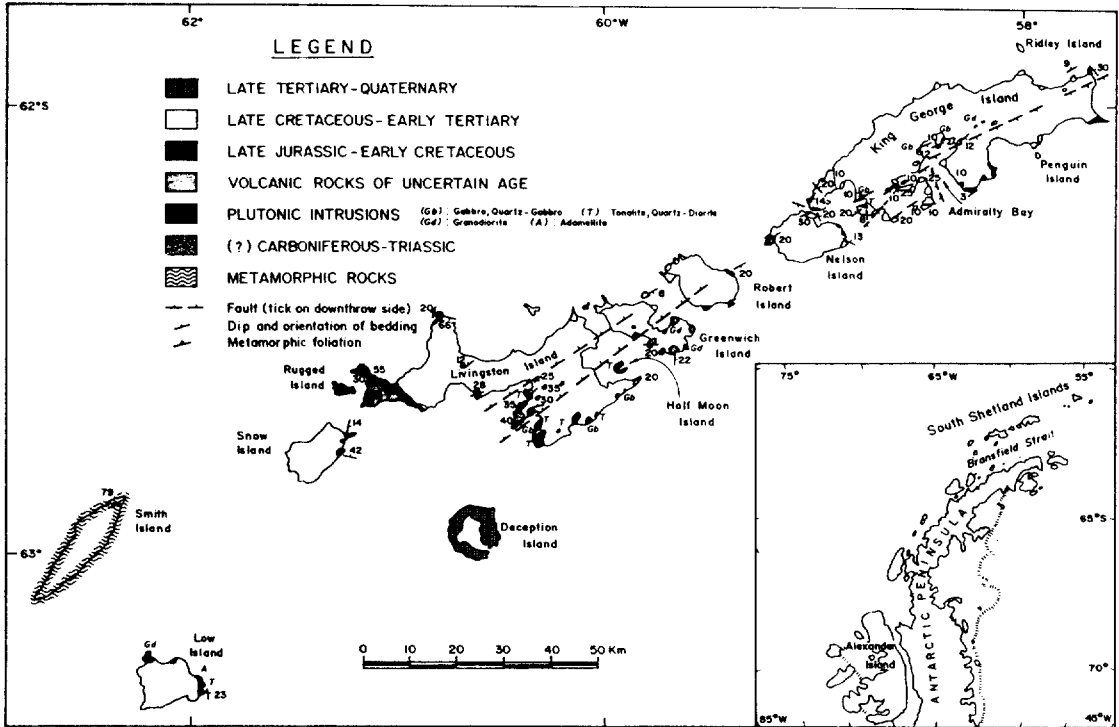


Fig. 3. Geological map of the South Shetland Islands (excluding the Elephant and Clarence Islands group) and their location (after Smellie *et al.*, 1984).

회전과 결과적으로 나타나는 arc/trench system의 접합(doubling up)은 지역적인 변형과 역전된 subduction의 원인으로 생각된다. 계속적으로 남극반도판은 남미대륙을 향해 움직이고 웨델해에서의 확장도 계속된다 (Fig. 2b).

남미대륙판 남단과 남극반도판 북단에서의 충돌과, 남미대륙 남단의 trench에서의 남극반도판이 최종적으로 갇히게 되는 것 ('locking in')도 이 움직임의 결과로 해석된다 (Fig. 2b, 2c). 강한 2차적 변형을 수반하는 고온고압의 변성작용(각섬암상)은 백악기 말엽(90-70 Ma)에 남쉐틀랜드군도와 남미대륙 남단(Cordillera Darwin)에서 일어났는데, 이는 광범위하게 일어난 화강암류의 관입에 연루된다 (Dalziel, 1972).

De Wit (1977)는 일련의 열역학적 사건들이 남미대륙과 남극반도판 사이의 충돌의 결과로 생각했다. 그리고 그러한 충돌의 결과, 남극반도판의 동역학적 움직임에 변화가 생기고, 결국에는 남극반도판의 움

직임에 역전현상이 나타나게 된다 (Fig. 2b). 역전된 움직임(reversal motion)까지는 상당한 시간적 간격이 있을 것이다. 남극반도판의 역전된 움직임은 약 50 Ma 전에 서스코티아분지의 열림을 야기시키고, RRR junction의 발달을 가져왔다 (Fig. 2d). 남미대륙의 Hardy Peninsula와 Isla Packsaddle에서 분출된 상당량의 제3기 솔레아이트질 현무암은 이 사건의 결과를 나타낸다.

RRR junction의 두 개의 accreting margin은 결과적으로 부분 혹은 전부가 subduction 되었다 (Chile Rise와 Aluk Rise; Herron and Tucholke, 1976; Fig. 2e). 서스코티아분지에서 계속된 확장과 중앙스코티아 분지의 동쪽에서의 trench 형성과 배호확장(back-arc spreading)의 시작은 최종적인 스코티아해의 모습을 만들었다 (Fig. 2e). 결국 이 시기(제3기 중기)에 드레이크해협(Drake Passage)이 열리고, 남극반도는 칠레 남부와 분리된다.

제3기 말엽에 들어서면서 배호확장의 결과로 브

랜스필드해협 (Bransfield Strait)이 열리고, 이어서 남셰틀랜드 군도에서 태평양판의 subduction (브랜스필드 해협과 평행을 이루는 trench를 따라서의 subduction)이 종말을 맞고, 남샌드위치 trench를 따라서의 대서양판의 subduction이 시작된다.

이상에서 본 바와 같이 남극반도가 남미대륙과 중생대의 지질사에 있어서 상당히 유사한 것은 서남곤드와나랜드의 분리 이전에 그 두 부분은 연장선상에 놓였을 가능성을 나타낸다 (de Wit, 1977; Tarney and Saunders, 1979; Dalziel, 1983).

남극반도 일대의 화성활동은 중생대 말까지는 Farallon/Phoenix 판의 subduction에 의한 남미 코르딜레라 조산운동과 연루되고, 제 3기부터는 드레이크 해협과 스코티아해 형성의 지구조운동과 연루된다. 그 후로는 배호확장 (back-arc spreading)의 결과인 브랜스필드해협의 형성 등에 관련되어 화성활동은 계속 이어지고 현재까지 이른다 고 하겠다.

2. 남셰틀랜드군도의 지질

남셰틀랜드군도는 서남의 스미스섬 (Smith Island) 으로부터 동북의 엘리펀트섬 (Elephant Island)과 클레런스섬 (Clarence Island)에 이르는 군도를 가리킨다 (Fig. 3). 이 남셰틀랜드군도는 편암과 변형퇴적암의 기반위에 놓인 주라기-제 4기의 호상열도 (island arc)로 그 화성활동이 서남으로부터 동북 방향으로 진행되었다고 알려져 있다 (Smellie *et al.*, 1984)

편암의 분포는 스미스섬, 리빙스턴섬 (Livingston Island), 엘리펀트섬 그리고 클레런스섬에 국한되어 주로 청색편암과 천매암으로 구성되지만, 지역적으로는 변성체어트와 변성반려암 등도 나타난다. 남극반도에서의 고온 저압형의 변성작용에 비하여, 남셰틀랜드군도에서는 저온 고압형의 변성작용이 주로 일어났다고 할 수 있고, 따라서 남극반도와 남셰틀랜드 군도 주변지역에서는 한 쌍의 변성대 (a paired metamorphic belt)가 존재하며, 변성작용은 호상열도 혹은 대륙연변부 아래의 Benioff zone을 따라 해양지각의 subduction에 연루된 것으로 생각된다 (Smellie and Clarkson, 1975; Dalziel, 1982; Kim and Park, 1988). 그리고 변성대의 상대적 위치는 subduction이 서에서 동으로 진행되었음을 나타낸다.

리빙스턴섬에서 확인되는 기반암으로서는 세 종류가 있다. 첫째로는 곤드와나 조산운동 동안의 flysch

sequence인 Miers Bluff Formation인데, 이는 리빙스턴섬의 Hurd peninsula에 출현하는 퇴적층으로 셰일, 실트스톤, 사질 그레이와케와 사질암으로 구성되고 셰일과 그레이와케 등은 구조적으로 변형을 받았다 (Hobbs, 1968; Dalziel, 1969). 둘째로는 비변형 화산쇄설성인 William Point Beds인데, 리빙스턴섬의 북동부에 위치하고, 10-20m의 세립질사암 및 이암의 층과 그 위에 놓인 두께 20-30m의 현무암질 암상으로 구성된다. William Point Beds와 Miers Bluff Formation은 그 연대가 비슷하나 (late Paleozoic-early Mesozoic), 변형의 정도와 석질쇄설편 (lithic clast)의 구성 물질에서 그 차이가 확인된다. 그리고 세번째의 기반암은 False Bay Schist이다. 이 편암은 토날라이트와 변성반려암의 암체내에 분포하고 있으며, Hobbs (1968)에 의하면 선캠브리아 시대의 변성기반암 (metamorphic basement)의 암편으로 해석되었으나, 최근에 들어서는 염기성 암맥 (basic dyke) 일 가능성도 지적되고 있다 (Smellie, 1983).

이들 기반암에 더불어 남셰틀랜드군도는 주라기 말 혹은 백악기 초에 남서 방향으로부터 형성되기 시작했다. 주라기 말에서 백악기 초까지 동물화석을 포함하는 해양퇴적물의 퇴적이 있었고 그 상부에는 육성 화산암질 사암과 역암이 분포한다. 백악기 초에는 현무암 내지 석영안산암 성분의 용암과 유문암질 용결응회암의 분출이 있었으며 (Byers Peninsula, 리빙스턴섬), 백악기 말의 현무암질 용암과 중복관입암체 (multiple intrusion)들은 리빙스턴섬과 로버트섬 (Robert Island)의 일부 (Coppermine Formation)에서 발견된다. 제 3기의 화산암들은 주로 킥조지섬에 분포하는데, 이들 화산암류는 후기 심성암의 관입으로 일부 변질을 받았다. 킥조지섬의 서부에서는 Paleocene-Eocene의 Fildes Formation이 분포하고, 그 동부에는 Eocene-Oligocene의 Hennequin Formation이 분포한다. 주라기 말에서 제 3기까지의 화성활동의 특징은 화산암과 심성암의 지구화학적 특성이 도호 솔레아이트 (island-arc tholeiite)와 칼크알칼리계열의 중간적 성질을 지닌다는 것이다. 제 4기에 들어서면, 리빙스턴섬과 킥조지섬에 아주 국부적으로 유리질쇄설암 및 용암이 출현한다. 이들은 신선한 감람석 현무암으로 구성되고 지구화학적으로는 아주 강한 알칼리 친화성을 지니는 것으로 제 3기까지의 화성활동과는 조금 다르다. 그 이유로는 제

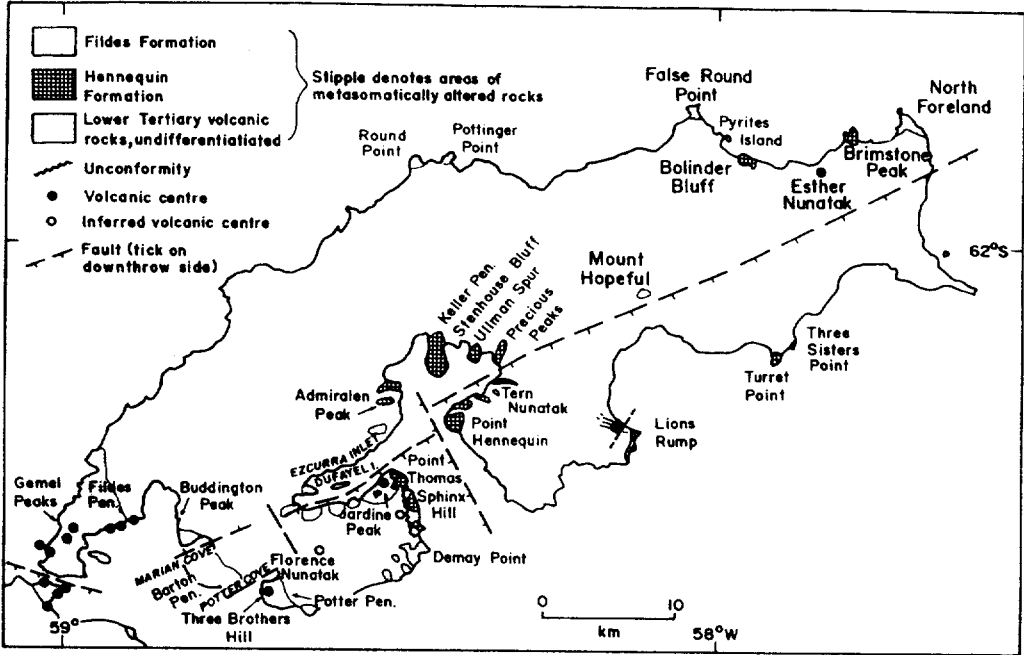


Fig. 4. Geological map of King George Island (after Smellie *et al.*, 1984).

3기까지의 남셰틀랜드군도에서의 subduction이 중단되고 그 이후 intraplate tensional tectonics (즉, 배호확장)로 그 활동이 전환되었기 때문에 여겨진다.

킹조지섬의 지질

1. 지질 개요

킹조지섬에는 백악기 후기에서 제 3기까지의 암석들이 주로 분포한다 (Fig. 3, 4). 이 암석들은 현무암-안산암의 용암과 협재된 쇄설암으로 구성되는데, 쇄설암들은 주상절리가 발달된 플러그이나 조립질 화도각력암에 의해 관입당했다 (Hawkes, 1961; Barton, 1965). 알려진 분화구는 주로 필데스반도 (Fildes Peninsula, 킹조지섬)와 Stansbury Peninsula (넬슨섬)에 위치하고, Three Brothers Hill, Jardin Peak와 Esther Nunatak에서는 플러그들이 나타난다.

영구 만년빙으로 인해 지질학적 관계를 알기 힘들지만, Lions Rump (킹조지섬)에서는 하부 제 3기의 안산암의 용암과 함석탄 세일이 Plio-Pleistocene (상부 제 3기-하부 제 4기) Polonez Formation과 부정합관계를 나타낸다. 잘 보존된 식물화석은 킹조지섬의

여러 곳에서 발견된다 (Barton, 1965; Smellie *et al.*, 1984). 킹조지섬에서의 화석들은 처음에는 초기 내지 중기 Miocene으로 여겨졌으나 (Hawkes, 1961; Orlando, 1964), Barton (1965)은 좀 더 넓게 백악기 내지 Miocene이라고 생각했다. 식물화석은 층서구분에 상당히 중요한데, 특히 상부 유라기-하부 백악기와 상부 백악기-하부 제 3기의 암석을 구분하는데 유용하게 쓰인다.

상당량의 방해석, 실리카광물과 황철석을 포함하는 변질된 화산암류는 킹조지섬에 우세하게 분포한다. Quartz-pyrite lodes라 불리는 암석들은 Pyrites Island, Keller Peninsula와 바톤반도에 국부적으로 분포하는데, 이들의 변질은 유라기 후기로 그 연대가 추정되어 온 킹조지섬의 산성 심성암류의 관입에 의한 교대작용의 결과로 여겨져왔다 (Hawkes, 1961; Barton, 1965). 그러나 변질의 연대가 유라기라고 추정하는 데에는 몇 가지 모순점이 있다 (Smellie *et al.*, 1984). 첫째 유라기라고 여겨진 암석과 제 3기의 암석사이의 구별이 곤란하고 둘째, 유라기의 암석과 제 3기의 암석사이에 존재한다고 알려진 부정합이 확실하지 않다는 것이다. Barton (1965)은 포터소만에서 Ezcurrea Inlet에 이르는 단층을 경계로 소위

Table 1. Stratigraphy of the Early Tertiary volcanic rocks in king george island.

	Fildes Formation	Hennequin Formation
Location	west of Admiralty Bay: also Stansbury Peninsula	east of Admiralty Bay
Type area	Fildes Peninsula	Point Hennequin
Lithology	Weathered olivine-basalts and basaltic andesites; rare pyroxene-andesites and dacites	Fine-grained and glassy hypersthene-augite- andesites; rare basaltic andesites and dacites
Age	Early Tertiary (Palaeocene-Eocene)	Early Tertiary (Eocene-Oligocene)

변질된 주라기 암석과 비변질의 제3기 암석이 나뉘고 했으나, 단층의 양쪽에서 지역적으로 변질된 제3기 암석이 노출되고 있다. 그러므로 단순히 변질이 북쪽으로 증가된다고 하는 것은 단층으로 인해 서로 다른 층서의 암석들이 분포함에 기인할 것이다.

King George Island의 층서는 크게 두 가지 Fildes Formation과 Hennequin Formation으로 나뉘는데 (Smellie *et al.*, 1984) (Table 1), 한국의 세종기지가 위치하는 바톤반도는 Fildes Formation의 암석들로 구성된다.

2. Fildes Formation

주로 어드미럴티만의 서쪽에 분포하고 (Fig. 4), 넬슨섬 동부에도 일부 노출되어 있다. 암상은 변질받은 갈암석 현무암과 현무암질 안산암이 대부분이나 드물게는 휘석 안산암과 석영안산암도 발견된다. 이들 암석들은 거의 제3기 초기 (Paleocene-Eocene)의 연대를 나타내며, 남서부에서 북동쪽으로 점차 젊어지는 경향이 있다.

Fildes Formation은 크게 세 층으로 구분된다. 하부층은 조립질 반상현무암과 현무암질 안산암의 용암이 화산쇄설성 암석을 협재하며 분포한다. 용암은 그 두께가 주로 1-7 m 정도이나 25 m에 이르는 것도 있다. 용암의 경우 하부층이 상부층보다 더 변질을 받았다. 화산쇄설성 암석으로는 화산역암과 집괴암 등이 있다. 필데스반도의 여러 곳에서는 식물화석을 포함하는 회갈색의 세일이 분포하며, 역암은 10 cm-3 m의, 휘석과 장석으로 구성된 둥근 자갈을 포함한다. 중부층은 필데스반도의 북부에 제한되어 분포하는데, 하부층과는 단층접촉한다. 회색, 갈색, 담황색, 녹색의 화산쇄설성 암석이 얇은층의 현무암과 현무암질 안산암의 용암을 협재하며 분포한다. 록키

소만 주위에서는 식물화석을 포함하는 응회암과 세립질 화산역암이 광범위하게 분포한다. 집괴암에 포함하는 암편들로는 조립질 반상현무암 용암의 암편들이 우세하다. 중부층과 정합적인 관계에 있는 상부층은 세립질의 무반상 혹은 미세반상의 안산암-석영안산암의 용암으로 구성되는데, 그 두께는 2-8 m 정도이나 곳에 따라서는 35 m까지 이른다. 화도 각력암 혹은 집괴암에 포함되는 암편들은 유리질인 현무암질 안산암의 암편 혹은 화산탄으로 직경이 10-25 cm이지만 화산탄의 경우 직경이 3 m에 이르기기도 한다. 안산암-석영 안산암의 용암과 소규모 관입암체들은 일부 황철석 광화작용을 나타내며, 현무암질 암맥에 의해 관입당한 양상을 보인다. 변질된 두 종류의 화산암류가 바톤반도에서 부정합 관계를 보이며 분포하는데, 이들은 용암 (주로 현무암, 현무암질 안산암), 화산역암과 일부 산성 관입암체로 구성된다.

3. Hennequin Formation

주로 어드미럴티만 동쪽에 분포하고 (Fig. 4), 세립질 그리고 유리질인 하이퍼스텐-오자이트 안산암과 드물게 현무암질 안산암과 석영 안산암으로 구성되는데, 집괴암, 응회암 그리고 화산역암 층을 협재하며 Point Hennequin 부근에서 특징적으로 나타난다. 이들 암석 역시 Fildes Formation과 거의 동일한 제3기 초기 (Eocene-Oligocene)의 연대를 가진다. 용암층의 두께는 보통 15-40 m에 이르고 역암, 사암 및 화산역암 등에 협재한다. 역암은 직경 0.5-3.0 cm의 암편들을 포함하나, 15-65 cm 정도 (큰 것은 2 m)의 둥근 거력 역시 발견된다. 쇄설물들은 대개 Hennequin 타입의 용암으로 구성되나 때로는 규화목이 발견되기도 한다. Lions Rump는 두 개의 두꺼운 (20

과 40 m), 주상절리가 잘 발달된 안산암질 용암으로 구성된는데, 이 두 층은 회갈색의 세일층에 의해 나뉘어진다. 세일 층은 직경 15 cm에 이르는 둥근거리를 포함하며, 탄화된 식물화석들이 존재하기도 한다. Lions Rump와 유사하게, 휘석 안산암의 용암은 Three Sisters Point와 Turret Point에서도 노출되는데, 두께는 33 m에 이른다.

Precious Peak와 Admiralen Peak 사이에는 변질 안산암의 용암과 화산쇄설성 암석의 호층이 분포하는데, 서쪽의 노두 (Stenhouse Bluff에서 Admiralen Peak)는 주로 lava로 구성되나, Precious Peak와 Ullmann spur 부근에는 화산쇄설성 암석이 우세하다. 용암 (주로 세립의 하이퍼스던-오자이트 안산암)은 그 두께가 93 m에 이르기도 하지만, 보통 10 m 내외이다. 래타이트, 조면안산암, 석영안산암을 비롯한 산성 용암들은 칼크 알칼리 마그마의 초기 생성물로 간주되었으나 (Hawkes, 1961), 현미경 관찰로부터 그들은 고대 변질작용에 의한 2차 생성물로서, 초기 암상으로는 간주될 수 없다고 알려져 있다 (Smellie *et al.*, 1984). Admiralen Peak 부근에서는 식물을 포함하는 엽리 응회암과 응회암질 사암이 노출되기도 하지만 얇은 층의 응회암은 Precious Peak와 Ullmann Spur에서도 나타난다. Keller Peninsula에서는 규화되고, 황철석화된 화산회류 응회암이 분포하는데, 이는 quartz-pyrite lodes라 불리운다 (Barton, 1965).

결 론

1. 남셰틀랜드군도를 포함한 남극반도 일대의 화성활동은 중생대 말까지의 Farallon/Phoenix판의 subduction에 의한 남미 코르딜레라 조산운동과 연관되고, 제 3기부터는 드레이크해협과 스코티아해 형성의 지구조운동과 연관된다.

2. 남셰틀랜드군도의 기반암은 편암과 변형퇴적암으로 구성되어 있으며, 이들 기반암과 더불어 남셰틀랜드군도는 쥘라기 말 혹은 백악기 초에 남서 방향으로부터 형성되기 시작했고, 화성활동은 도호 슬레이트와 칼크 알칼리계열의 중간적 성격을 지니고 서남으로부터 동부 방향으로 진행되었다.

3. 제 4기에 들어서면서 남셰틀랜드군도에는 강한 친알칼리성의 성격을 지닌 화성활동이 나타나는데, 이는 배호확장 등의 intra-plate tensional tectonics에

기인한다.

4. 백악기 후기에서 제 3기까지의 암석들은 킹조지섬에 주로 분포하며 현무암-안산암의 용암과 협재된 화산쇄설암으로 구성된다. 화산암류의 일부는 심한 변질을 받았으며, 상당량의 방해석, 실리카광물 및 황철석을 포함하며, quartz-pyrite lodes라 불리기도 한다.

5. 킹조지섬의 층서는 크게 Fildes Formation과 Hennequin Formation으로 나뉜다. 킹조지섬의 어드미럴티만을 중심으로 그 서쪽에 Fildes Formation이 분포하고, 그 동쪽에 Hennequin Formation이 분포하나, 이 두 층은 거의 비슷한 시기에 형성된 것으로 보인다. Fildes Formation은 주로 변질받은 감람석 현무암과 현무암질 안산암으로 구성되는 반면, Hennequin Formation은 세립질의 하이퍼스던-오자이트 안산암으로 구성되며, 이들 두 층은 모두 화산쇄설성 암석들을 협재 한다.

남셰틀랜드군도의 지체구조에 대한 보다 세밀한 해석을 위해서는 스코티아해 형성에 관한 보다 자세한 연구가 필요하며, 킹조지섬의 지질에 대해서는 변질암석의 변질 연대와 그 메카니즘에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 과학기술처에서 시행한 “남극과학기지 주변 환경조사(BSPG00081-246-7)”의 일환으로 수행되어진 것임을 밝힌다. 원고에 대한 조언을 해주신 해양연구소 한상준 박사님과 김예동 박사님, 제도를 해주신 유인성씨 그리고 원고정리를 해주신 최은진 양에게 감사를 표한다.

참고문헌

- Barker, D.F. and J. Burrell, 1977. The opening of the Drake Passage. *Mar. Geol.*, **25**: 15-34.
- Barker, D.F. and D.H. Griffiths, 1972. The evolution of the Scotia Ridge and Scotia Sea. *R. Soc. Lond., Philos. Trans. Ser. A.*, **271**: 151-183.
- Barton, C.M., 1965. The geology of the South Shetland Island: III. The stratigraphy of King George Island. *British Antarctic Survey Scientific Reports*, No. 44: p. 33.
- Dalziel, I.W.D., 1969. Structural studies in the Scotia arc: Livingston Island. *Antarctic Journal of the United States*, **4**, No. 4; 137.
- Dalziel, I.W.D., 1972. K-Ar dating of rocks from Elephant Island, South Scotia Ridge. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **83**: 1887-1894.

- Dalziel, I.W.D., M.J. de Wit and K.F. Palmer, 1974. Fossil marginal basin in the southern Andes. *Nature*, 250, No. 5464: 291-294.
- Dalziel, I.W.D., R.H.Jr. Dott, R.D. Winn and R.L. Bruhn, 1975. Tectonic relations of South Georgia to the southernmost Andes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86: 1034-1040.
- Dalziel, I.W.D., 1982. The early (pre-Middle Jurassic) history of the Scotia arc region: A review and progress report. In: Craddock, C. (Ed.) Antarctic geoscience. Madison, University of Wisconsin Press: 111-126.
- Dalziel, I.W.D., 1983. The Evolution of the Scotia arc: A Review In: Oliver, R.L. *et al.* (Ed.) Antarctic Earth Science. Canberra, Australian Academy of Science: 283-286.
- De Wit, M.J., 1977. The Evolution of the Scotia arc as a key to the Reconstruction of Southwestern Gondwanaland. *Tectonophysics*, 37: 53-81.
- Harrison, C.G.A., E.J. Barron and W.W. Hay, 1980. Mesozoic evolution of the Antarctic Peninsula and the southern Andes. *Geology*, 7: 374-378.
- Hawkes, D.D., 1961. The geology of the South Shetland Islands: I. The petrology of King George Island. Falkland Islands Dependencies. Survey Scientific Reports, No. 26: p. 28.
- Herron, E.M. and B.E. Tucholke, 1976. Sea floor magnetic patterns and basement structure in the southeastern Pacific Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. v.35.
- Hobbs, G.J., 1968. The geology of the South Shetland Islands: IV. The geology of Livingston Island. British Antarctic Survey Scientific Reports, No. 47: p. 34.
- Kang, P.C. and M.S. Jin, 1989. Petrology and Geological Structure of the Barton Peninsula, King George Island, Antarctica. Antarctic Sciences: *Geology and Biology. KORDI*: 121-136.
- Kim, Y.D. and B.K. Park, 1988. Tectonics of the Scotia Sea Area, West Antarctica: A Review. *Jour. Geol. Soc. Korea*, 24: 243-250.
- Larson, R.L. and W.C. Pitman III, 1972. World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies and its implications. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83: 3645-3662.
- Norton, I.D. and J.G. Sclater, 1979. A model for the evolution of the Indian Ocean and the break-up of Gondwanaland. *J. Geophys. Res.*, 84: 6803-6830.
- Orlando, H.A., 1964. The fossil flora of the surroundings of Ardley Peninsula (Adley Island), 25 due Mayo Island (King George Island), South Shetland Islands In: Adie, R.J. (Ed.) Antarctic geology, Amsterdam North-Holland Publishing Company: 629-636.
- Park, B.K., 1989. Potassium-Argon Radiometric Ages of Volcanic and Plutonic Rocks from the Barton Peninsula, King George Island, Antarctica. *J. Geol. Soc. Korea*, 25: 495-497.
- Park, B.K., M.S. Lee, H.I. Yoon and S.H. Nam, 1989. Marine Geology and Petrochemistry in the Maxwell Bay area, South Shetland Islands. Antarctic Sciences: *Geology and Biology. KORDI*: 85-120.
- Smellie, J.L., 1983. Syn-plutonic origin and Tertiary age for the (?) Precambrian False Bay Schists of Livingston Island, South Shetland Islands. British Antarctic Survey Bulletin, No. 52: 21-32.
- Smellie, J.L. and P.D. Clarkson, 1975. Evidence for pre-Jurassic subduction in western Antarctica. *Nature, London*, 258, No. 5537: 701-702.
- Smellie, J.L., R.J. Pankhurst, M.R.A. Thomson and R.E.S. Davies, 1984. The geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. British Antarctic Survey Scientific Reports, No. 87: p. 85.
- Tarney, J. and A.D. Saunders, 1979. Trace element constraints on the origin of cordilleran batholiths In: Atherton and Tarney (Ed.) Origin of Granitic Batholiths: Geochemical evidence. Cheshire, Shiva Publishing Limited: 45-64.

Received April 2, 1990

Accepted May 17, 1990