

어느 지질학자의 연구 노트

산 과 의 대 화

최덕근 지음



서울대학교출판문화원

산과의 대화

산과의 대화

어느 지질학자의 연구 노트

초판 1쇄 발행 2024년 12월 30일

지은이 최덕근

펴낸곳 서울대학교출판문화원

주소 08826 서울 관악구 관악로 1

도서주문 02-889-4424, 02-880-7995

홈페이지 www.snupress.com

페이스북 @snupress1947

인스타그램 @snupress

이메일 snubook@snu.ac.kr

출판등록 제15-3호

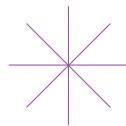
ISBN 978-89-521-3671-8 03450

© 최덕근, 2024

이 책은 저작권법에 의해서 보호를 받는 저작물이므로
무단 전재와 복제를 금합니다.

어느 지질학자의 연구 노트

산 과 의 대 화



최덕근 지음

서울대학교출판문화원



머리말

우리나라에는 산이 많다. 한반도의 약 70퍼센트는 산으로 채워져 있다. 요즈음 주말에 산에 가면 등산로가 사람들로 북적거린다. 등산(트레킹 포함) 인구가 엄청나게 늘어났기 때문이다. 통계에 의하면, 2000년대 초반 해도 우리나라의 등산 인구는 400만 명이었는데, 지금은 2,000만 명이 넘는다. 성인 2명 중 1명이 산을 찾는다는 이야기이다. 외국인들이 서울에 처음 도착해서 놀라는 것 중 하나가 높은 산이 서울을 병풍처럼 둘러싸고 있는 모습이라고 한다.

나는 서울대학교 관악 캠퍼스에서 생의 많은 부분을 보냈다. 서울대학교가 지금의 관악 캠퍼스로 옮긴 것은 1975년 봄이다. 그 당시 대학원 석사과정에 재학 중이던 나는 동숭동 캠퍼스(지금의 대학로 마로니에공원 자리)에서 관악 캠퍼스로 연구실의 짐을 옮겼다. 이후 미국 유학 시절 4년과 귀국 후 한국동력자원연구소에서 근무한 2년을 빼면, 30년 넘는 세월을 관악 캠퍼스에서 보낸 셈이다. 나는 1986년에 지질

과학과(지금의 지구환경과학부) 조교수로 임용되었는데, 부임 후 20년이 넘도록 캠퍼스를 뒤에서 받치고 있는 관악산에는 한 번도 오른 적이 없었다. 야외 조사를 하면서 우리나라 곳곳을 누비고 다녔지만, 정작 가장 가까운 곳에 있는 관악산에는 미처 오를 생각을 하지 못했다.

그러던 2009년 3월 어느 화창한 봄날, 홀로 관악산을 찾았다. 특별한 이유가 있었던 것은 아니었다. 어찌면 따스한 봄기운이 나를 산으로 불러냈는지도 모른다. 캠퍼스 옆 계곡에 조성된 등산로를 따라 연주대 능선에 올라선 순간, 눈앞에 펼쳐진 관악산 정상의 멋진 모습에 깜짝 놀랐다. 관악산 꼭대기에 웅장한 화강암 바위들이 아름다운 조형미를 뽐내며 서 있었다. 그날 관악산은 우리의 산을 새로운 시각으로 바라보게 해주었다. 그날 이후, 산의 매력에 푹 빠진 나는 주말이면 모든 일을 제쳐 두고 산을 찾았다. 서울 주변에 있는 북한산, 도봉산, 수락산, 불암산, 청계산은 물론, 우리나라의 대표적 명산인 설악산, 오대산, 태백산, 속리산, 덕유산, 지리산, 한라산도 모두 올랐다. 이순(耳順)을 넘긴 뒤에야 우리 조상들이 우리나라를 왜 ‘삼천리금수강산’이라고 칭송했는지 깨달았다.

서울대학교 지질학 전공 교수들은 매년 연말이면 퇴임 교수님들을 모시고 송년 모임을 한다. 2010년 송년 모임에서 내가 산행을 하면서 산의 매력에 푹 빠졌다고 말씀드렸더니, 대학 시절 은사셨던 이 상만 교수께서 도산(陶山)이라는 호(號)를 지어 주셨다. 도산은 ‘산과 대화하다’라는 뜻이어서 마음에 들었다. 나는 정말 산과 대화하고 싶다. 산과 산을 이루고 있는 암석들을 보며 언제 어디서 어떻게 태어났는

지, 그리고 어떻게 살아왔는지 묻고 싶다. 이 책의 제목을 ‘산과의 대화’로 정한 이유이다.

사실 산과 대화한다는 것은 말이 되지 않는다. 20세기 초엽에 대륙이동설을 주창했던 독일의 기상학자 알프레트 베게너^{Alfred Wegener}가 자신의 가설을 싫어하는 지질학자들을 향해 내뱉은 독백^{獨白}이 떠오른다.

“진실은 어디에 있는 것일까? 지구는 어느 한 순간 오로지 한 모습만 보여 준다. 게다가 지구는 어떤 내용도 쉽게 알려 주지 않는다. 지구를 연구하는 일은 마치 목비권을 행사하는 피고에게 판결을 내려야 하는 판사의 일과 같다. 판사는 모든 가능한 정황을 판단해 그로부터 진실을 밝혀내야 한다. 단편적인 증거만 가지고 판결을 내리는 판사를 당신들은 어떻게 평가하겠는가? 지질학자들은 아직도 풀어야 할 문제의 핵심을 충분히 이해하지 못하고 있는 것 같다. 그들은 지구의 과거를 밝히기 위해 더욱 노력해야 한다. 그 문제를 해결하기 위해 지질학자들은 가능한 한 많은 증거를 모아 종합적으로 해석해야 할 것이다.”

그렇다. 산과 대화하고 싶다고 말했지만, 사실 지질학자는 목비권을 행사하는 산과 암석을 통해 과학적 사실을 알아내야 하는 것이다.

나의 연구 분야는 지질학 중에서 고생물학이다. 고생물학은 옛날에 살았던 생물의 유해, 즉 화석^{化石}을 연구하는 지질학의 한 분야

이다. 나는 주로 삼엽충을 연구했다. 삼엽충은 지구상에 가장 먼저 출현한 동물 중 하나로, 5억 2,100만 년 전에 등장해 캄브리아기의 바다에서 크게 번성했다. 그래서 캄브리아기를 ‘삼엽충의 시대’라고 부르기도 한다.

우리나라에는 삼엽충 화석이 많다. 특히 삼엽충이 많이 발견되는 곳은 강원도 남부 지역의 태백과 영월 일대이다. 우리나라 지질학계에서는 이 지역을 ‘태백산분지太白山盆地’라고 부른다. 태백산분지는 고생대 퇴적층이 모여 있는 곳으로, 주로 캄브리아-오르도비스기의 조선누층군朝鮮累層群과 석탄-페름기의 평안누층군平安累層群이 분포하고 있다. 삼엽충은 대부분 캄브리아-오르도비스기 퇴적층인 조선누층군에서 발견되었다.

내가 삼엽충을 연구하기 시작한 것은 1980년대 중반이다. 처음에는 태백산분지의 조선누층군에 얼마나 많은 종류의 삼엽충이 있는지 알아내는 데 연구의 초점을 맞추었다. 삼엽충을 연구하는 중요한 목적 중 하나는 삼엽충이 들어 있는 퇴적암의 지질시대를 알아내는 것이다. 10여 년을 연구한 결과 조선누층군의 층서層序와 지질시대, 그리고 삼엽충의 산출 양상을 알아냈다. 그리고 나자 삼엽충이 살았던 당시 태백산분지의 모습이 궁금해 또 10여 년을 공부했고 약 5억 년 전 태백산분지가 지금의 서해처럼 얕은 바다였다는 사실을 알게 되었다.

2011년, 우연한 기회에 충청도 일대에 분포한 퇴적층인 옥천누층군沃川累層群을 연구하게 되었다. 옥천누층군이 신원생대의 눈덩이

지구 빙하시대 언저리에 쌓였다는 해석을 바탕으로, 옥천누층군이 쌓였던 곳은 지금의 동해와 비슷한 바다였음을 알아냈으며, 옥천누층군이 분포한 지역을 ‘충청분지忠淸盆地’라고 부를 것을 제안했다. ‘눈덩이지구 빙하시대’란 약 7억 년 전 지구가 온통 빙하로 덮여 있던 시대로, 지구의 역사에서 매우 특이한 시기였다.

나는 태백산분지와 충청분지에 관한 연구 내용을 종합해 2014년 『한반도 형성사』라는 책으로 담아냈다. 『한반도 형성사』는 지질학자들을 위한 전문서이다. 그리고 한반도가 만들어지는 과정에서 일어난 여러 흥미로운 사건을 일반 독자에게도 들려주고 싶어 2016년에 『10억 년 전으로의 시간 여행』이란 교양서를 출간했다.

그 후 독자들이 책의 내용을 직접 관찰하고 싶다면, 내게 안내해 줄 수 있느냐는 요청을 해왔다. 나는 그들의 요청을 받아들여 태백산분지와 충청분지를 여러 차례 답사했다. 이 과정에서 우리나라 암석에 관심이 많은 사람들이 많다는 사실을 알게 되었다. 그리고 그들처럼 암석에 관심이 많은 사람들을 위해 그동안 연구했던 내용을 좀 더 쉽게 읽을 수 있는 책으로 펴내야겠다고 생각했다. 그렇게 이 책을 집필하게 된 것이다.

이 책은 내가 암석을 연구하는 과정에서 겪었던 경험담이 담겨 있다. 그래서 ‘어느 지질학자의 연구 노트’라는 부제를 붙였다. ‘제1부 고생대로의 초대’에서는 태백산분지를 연구하는 과정에서 일어난 일들을 서술하고, ‘제2부 신원생대로의 초대’에서는 충청분지를 연구한 과정을 다룬다. 연구 과정에서 겪은 시행착오를 이야기하면서 내가

지질학이라는 학문에 어떻게 접근했고 어떻게 이해했는지 전달하고자 했다.

이 책을 통해 사람들이 우리나라의 산과 암석을 좀 더 이해할 수 있기를 기대한다. 나의 삼엽충 연구에 동행해 준 서울대학교 고생물학 연구실의 모든 제자들에게 고마운 마음을 전한다. 마지막으로, 이 책을 출간해 준 서울대학교출판문화원에 고마움을 전한다.

도산재_{陶山齋}에서

2024년 겨울

최덕근

차례

머리말 4

제1부

고생대로의 초대

- 1 태백산에 오르다 15
- 2 1986년, 태백으로 향하다 20
- 3 태백산분지는 고생대층의 요람 26
- 4 암석, 왜 연구할까? 32
- 5 삼엽충 화석을 만나다 37
- 6 허물벗기로 성장하는 삼엽충 46
- 7 지질도에는 땅의 역사가 쓰여 있다 54
- 8 영월 지질 조사에서 삼엽충 화석의 중요성 60
- 9 영월의 마차리층은 삼엽충의 보고 70
- 10 기형 삼엽충이 알려 준 삼엽충의 진화 81
- 11 백두대간에서 만난 전기 고생대 5,000만 년의 퇴적 기록 85
- 12 삼엽충 화석은 어떻게 동정하고 분류할까? 90
- 13 중국 산둥반도에 가다 98
- 14 2010년, 마차리층에서 새로운 삼엽충 화석 발견 102
- 15 삼엽충이 알려 준 한반도의 전기 고생대 고지리 107
- 16 전기 고생대 태백산분지는 서해처럼 얇은 바다였다! 116



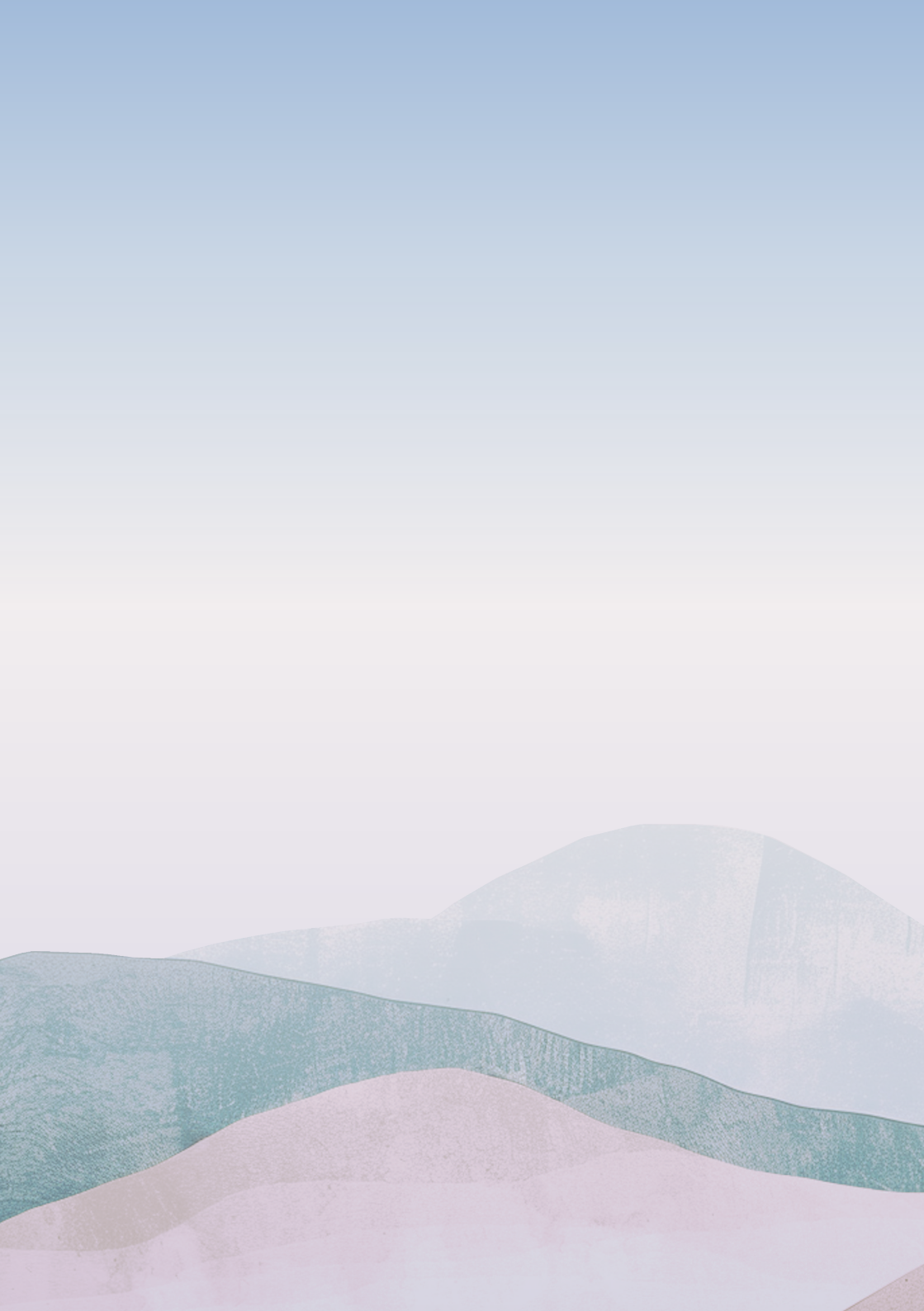
- 17 캄브리아기에 연결되어 있던 태백산과 히말라야산맥 121
- 18 태백산분지에서 풀어야 할 근본적인 문제는? 130
- 19 5억 2,000만 년 전 조선해 탄생 135
- 20 조선해에서의 퇴적작용 140
- 21 조선해의 소멸과 곤드와나 대륙에서 떨어져 나온 중한랜드 146
- 22 중기 고생대에 홀로 떠돌던 중한랜드 152
- 23 후기 석탄기-페름기: 높은 산맥 형성과 평안누층군의 퇴적 157
- 24 2억 5,000만 년 전 중한랜드와 남중랜드의 충돌 166

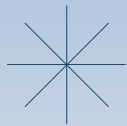
제2부

신원생대로의 초대

- 1 2011년, 우연히 만난 눈덩이지구 빙하시대 가설 177
- 2 옥천누층군의 새로운 층서를 제안하다 186
- 3 신원생대 충청분지에서 어떤 일이 일어났을까? 195
- 4 옥천대는 중한랜드와 남중랜드 충돌의 산물 203
- 5 옥천누층군은 왜 변성도가 높을까? 207

- 맺음말 214
- 참고문헌 221
- 찾아보기 229





제1부

고생대로의 초대



태백산에 오르다

2009년 5월 마지막 주말, 나는 혼자 태백으로 향했다. 생애 처음으로 태백산에 오르기 위해서였다. 지난 3월 관악산에 처음 오른 후, 주말마다 서울 주변 산들을 섭렵하다 1박 2일 일정으로 태백산을 찾았다. 31번 국도를 타고 화방재를 넘어 유일사 주차장에 주차한 후, 잘 닦인 등산로를 따라 오르기 시작했다. 5월의 신록이 짙게 드리워진 숲길을 걸어 태백산 주 능선에 올라섰다. 백두대간을 대표하는 태백산 주 능선 좌우로 듬성듬성 서 있는 멋진 주목들의 모습에 연신 카메라 셔터를 누르며 오르다 보니 금세 정상에 도착했다.

태백산에서 가장 높은 곳은 해발 1,567m의 장군봉이다. 태백산은 우리나라를 대표하는 명산 중 하나지만, 정상은 평탄하고 밋밋하여 산세가 그다지 멋지지 않다. 태백산이라는 표지가 있는 정상에는 돌을 어설픈꼴로 쌓아 만든 천제단(天祭壇)이 있는데(그림 1), 천제단에서는 매년 10월 3일 개천절에 천제를 지낸다. 장군봉 부근에 드러나 있는 암석은 모래와 자갈로 이루어진 퇴적암이다.



그림 1 태백산 정상에 세워진 표지석과 천제단

지질학자가 퇴적암 지역을 조사할 때 가장 먼저 하는 일은 그 지역의 퇴적암을 퇴적 순서에 따라 구분하는 것이다. 어느 지역의 퇴적암을 구분할 때 기본이 되는 단위를 ‘층層’이라고 한다. 장군봉 부근에 있는 퇴적암은 자갈이 들어 있는 사암砂岩으로 장산층壯山層에 속한다. 장산층은 캄브리아기에 태백산분지에서 가장 먼저 쌓였다. 태백산 정상에 장산층이 분포한다는 사실은 이곳이 태백산분지의 가장 자리 부근임을 알려 준다.

천제단 근처 작은 바위에 걸터앉아 땀을 식히면서 북쪽을 바라보았다. 저 멀리 우뚝 솟은 함백산(높이 1,572m)이 있었고, 그 너머로 크고 작은 산봉우리들이 겹겹이 줄지어 서 있었다. 내가 앉은 곳은 1,500m가 넘는 높은 산봉우리지만, 5억 2,000만 년 전에는 육지에서

멀지 않은 얇은 바다였다. 태백산에서 북쪽으로 강릉, 서쪽으로 영월, 단양, 문경에 이르는 지역이 약 5억 년 전에는 오늘날의 서해처럼 얇은 바다였다. 내가 삼엽충 연구를 시작해서 약 5억 년 전 태백산분지가 오늘날의 서해와 비슷한 바다였다는 사실을 알아내기까지는 무려 20년이 넘는 세월이 걸렸다.

내가 태백산분지를 연구하기 시작한 것은 1986년이다. 처음에는 태백산분지에서 어떤 종류의 삼엽충 화석이 산출되는지 알아내는 데 초점을 맞추었다. 10여 년을 연구해 태백산분지에서 산출되는 삼엽충 화석에 관한 현황을 개략적으로 파악했다. 그러자 삼엽충이 살았던 5억 년 전 태백산분지의 모습이 궁금했다. 연구를 시작할 때는 태백산분지의 캄브리아-오르도비스기 퇴적층이 태평양처럼 넓은 대양의 가장자리에 쌓였을 것이라는 가정에서 출발했다.

태평양처럼 넓은 바다를 지형적으로 나누면, 육지로부터 가까운 순서에 따라 대륙붕, 대륙사면, 대륙대, 심해저평원으로 구분된다. 대륙붕은 육지에 가장 가까운 지역으로 수심 200m 미만의 얇은 지역을 말한다. 대륙붕 끝부분의 급경사 구간을 ‘대륙사면’이라고 부르는데, 수심이 최대 3,500m에 이른다. 대륙대와 심해저평원은 그보다 더 깊은 곳이다.

그런데 연구를 진행하면서 태백산분지에서 만난 캄브리아-오르도비스기 퇴적암들이 모두 대륙붕 환경에서 쌓였다는 것을 알게 되었다. 대륙붕과 대륙사면은 지리적으로 연결되어 있기 때문에 태백

산분지의 캄브리아-오르도비스기 퇴적층들이 만약 태평양 같은 대양에서 쌓였다면 태백산분지 어딘가에 대륙사면에서 쌓인 퇴적층이 있어야 했다. 그러나 한동안 찾아다녔음에도 태백산분지 어디에서도 대륙사면 퇴적층을 찾을 수 없었다.

10여 년을 아무런 성과 없이 보내다가 2007년 문득 태백산분지가 태평양 같은 바다가 아니었을 수도 있다는 생각이 들었다. 대륙사면에서 쌓인 퇴적암이 없다는 것은 태백산분지가 대륙사면으로 이어진 바다가 아니라는 뜻이었다. 마치 오늘날의 서해처럼……. 서해는 바다지만, 사실 대륙의 낮은 부분에 바닷물이 들어와 만들어진 연해(沿海)로 평균 수심이 55m이고, 가장 깊은 곳도 150m에 불과하다.

나는 태백산분지가 서해 같은 바다였다는 생각을 바탕으로 약 5억 년 전 한반도 주변의 고지리도(古地理圖)를 새롭게 그렸다(그림 2). 그리고 약 5억 년 전 태백산분지에 있던 바다를 ‘조선해(朝鮮海)’라고 명명했다. ‘조선해’는 태백산분지의 캄브리아-오르도비스기 퇴적층인 조선누층군이 쌓인 바다라는 의미를 반영한 것이다. 새롭게 그린 고지리도는 그동안 이해하기 어려웠던 여러 문제를 설명하는 데 큰 도움이 되었다.

2009년 봄에 난생 처음 태백산에 오른 것은 태백산에 미안한 마음을 가지고 있었기 때문이다. 나는 그동안 태백산분지의 삼엽충 화석을 연구해 50편이 넘는 논문을 발표했다. 태백산분지는 나에게 좋은 연구거리를 제공해 주었고, 과학자로서 연구하는 재미도 안겨 주

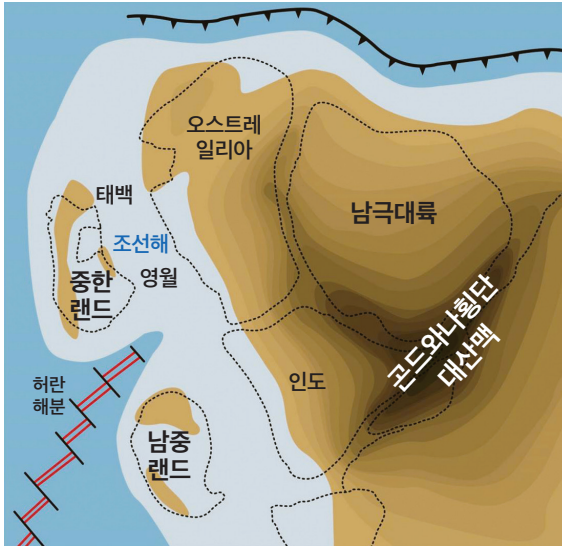


그림 2
5억 년 전 고지리도

었다. 그러나 나는 20년이 넘도록 태백산 일대를 조사하면서 2시간 남짓이면 오를 수 있는 태백산 정상에는 한 번도 오르지 않았다.

태백산 정상에 오르지 않은 것은 단지 그곳에서 삼엽충 화석이 산출되지 않았기 때문이다. 이에 대한 미안함과 속죄의 마음으로 2009년 태백산에 오른 뒤 한동안 새해가 밝으면 태백산을 가장 먼저 찾았다. 태백산에서 바라보는 일출이 멋있기도 하지만, 태백산에 고마운 마음을 표하기 위해서였다.

5억 년 전, 태백산은 오늘날의 서해처럼 얇은 바다였다!

지질학자들은 암석에 남겨진 기록을 읽어 땅의 역사를 밝혀낸다. 땅은 태어나고 살아가는 모든 일들을 암석에 기록해 놓는다. 판구조론에 의하면 지구의 겉 부분을 이루는 판은 1년에 몇 센티미터씩 움직인다. 우리가 감지할 수 없을 정도로 무척 느리게 움직이지만 1억 년 후에는 수천 킬로미터를 이동하게 된다. 이 과정을 통해 땅의 모습은 끊임없이 바뀌어 간다. 한반도 역시 마찬가지이다. 5억 년 전, 한반도는 가깝게는 중국, 멀리는 오스트레일리아와 히말라야산맥과 연결되어 있었다. 이 책은 필자가 태백산분지와 충청분지 연구를 통해 알아낸 한반도 땅의 역사와 생생한 이야기가 담겨 있다.



ISBN 978-89-521-3671-8 03450
값 28,000원