

초청강연 2

항공관측을 통한 해양 증적운 상단에서 일어나는 유입과 혼합이 구름미세물리 및 연직순환에 미치는 영향에 대한 이해

염성수

연세대학교 대기과학과
한국과학기술연구원 기후환경연구소

해양 증적운은 주로 대양의 동쪽 아열대 위도대에서 생성되며 매우 넓은 면적을 차지하고 있어 지구의 복사수지에 매우 큰 영향을 미치고 것으로 알려져 있으며, 이 때문에 에어로졸 환경 변화가 구름의 반사도를 변화시키는 효과를 일컫는 에어로졸 간접적 효과 연구가 주로 이를 대상으로 한 항공 관측 캠페인의 형태로 이루어졌다. 이들 연구는 에어로졸 환경의 변화가 어떻게 해양 증적운의 미세물리적, 복사적, 역학적 성질에 영향을 미치는지에 중점을 둔다고 할 수 있다. 본 연구는 해양 증적운의 상단에서 일어나는 외부 공기의 유입과 혼합(entrainment and mixing)이 구름 진화에 미치는 영향에 대한 근본적인 이해에 초점을 두고 있다. 매우 정적이고 단순해 보이는 모습과 달리 해양 증적운의 상단에서는 따뜻하고 건조한 외부 공기의 유입과 혼합이 일어나고 혼합된 공기는 구름과 섞이는 과정이 일어난다. 이렇게 혼합된 구름덩어리가 음의 부력을 갖게 되어 하부로 내려가게 될 것인지를 가늠하는 인자로서 Cloud Top Entrainment Instability (CTEI) 조건을 추정해 볼 수 있다. 이는 유입된 건조하고 따뜻한 공기에 의한 가열효과와 혼합과정에서의 구름입자 증발에 의한 냉각효과를 더해서 계산할 수 있다. 계산된 값이 CTEI 조건을 충족할 경우, 혼합된 구름덩어리의 하강을 기대할 수 있을 것이다. 그런데 증적운의 연직적 순환을 결정하는 또 하나의 중요한 요소로 구름상단에서 일어나는 장파복사냉각을 고려해야 한다. 중요한 것은 장파복사냉각의 정도가 수액혼합비에 의해 영향을 받는다는 것이다. 즉 수액혼합비가 큰 곳에서 복사냉각이 더 강하게 일어난다. 이 때문에 유입과 혼합에 의해 수액혼합비가 줄어든 곳은 복사냉각이 상대적으로 약하게 일어난다. 장파복사냉각의 측면만 고려한다면 이 곳은 양의 부력을 갖는 곳이 되어야 한다. 이는 유입과 혼합의 영향을 받은 구름덩어리가 CTEI 조건을 충족한다고 해서 반드시 연직순환을 야기할 수 없다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 해양 증적운에 대한 여러 항공관측 캠페인 자료 분석을 통해, 앞에 간단히 언급한 구름상단 유입과 혼합이 구름미세물리 및 연직순환에 미치는 영향에 대해 설명하고자 한다.

Key words: 해양 증적운, 유입과 혼합, CTEI, 구름상단 장파복사냉각, 연직 순환