

해역 방사능 농도의 시뮬레이션에 대해서(제 2 보)

2011년 4월 16일  
문 부 과 학 성

**1. 개요**

문부과학성은 2011년 3월 23일부터 후쿠시마 제1원자력발전소 앞바다 해역의 모니터링을 실시하고 있다. 이번에 수치해황예측시스템 JCOPE2(주 1)의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 최신 바람의 장소와 조석의 영향을 도입한 JCOPE2(주 2)에 의한 후쿠시마 제1원자력발전소 앞바다의 방사능 농도 분포 시뮬레이션을 실시하였다.

(주 1) JCOPE2 : 일본근해의 수온과 염분 변동과 함께 해황에 크게 영향을 주는 쿠로시오 해류와 오야시오 해류 등 해류계에 대해 사행과 같은 유로 변동과 중규모 소용돌이 거동 등을 예측하는 모델. 독립행정법인 해양연구개발기구가 개발하였다.(재현 메시는 8Km×8Km)

(주 2) JCOPE2 : 위의 모델을 고해상도화된 조석 및 보다 정밀도가 높은 해상풍의 영향을 도입해 고정밀한 재현이 가능한 모델. 독립행정법인 해양연구개발기구가 개발하였다.(재현 메시는 3Km×3Km)

**2. 방법**

본 시뮬레이션에서는 발전소에서 배출된 방사성 물질의 양에 대한 정보가 없으므로 다음과 같은 시나리오 및 가정을 두고 바다 표면만의 확산을 계산하였다.

- \* 도쿄전력(주)이 공표하는 4월 13일까지의 해안의 해수 방사능 농도를 바탕으로 보수적인 가정 시나리오를 작성. 【**그림 1**】
- \* 상기 해수 방사능 농도가 8km 사방으로, 해안의 1/100의 농도로 바다 표면에만 확산되는 것으로 보수적으로 가정.
- \* 방사성 물질의 농도는 원자력 시설의 폐수 농도 한도의 몇배인지 지수로 표시한다.
- \* 발전소에서 대기중에 방출된 방사성 물질의 해면으로의 하강은 고려하지 않는다.
- \* 해수중의 하층으로의 확산은 고려하지 않는다.
- \* 후쿠시마 제1원자력발전소의 방수구 부근 물에 대해 4월 13일 시점과 같은 방사능 농도의 물이 4월 16일까지 존재한다고 가정(4월 11일 이후에 대해서는 새로운 방사성 물질을 포함한 물의 배출은 0(영)).
- \* 반감기(요오드 131은 약 8일, 세슘 137은 약 30년)는 고려한다.

**3. 결과**

후쿠시마 바다를 포함한 남동북 연안 해류장은 일본 해류(쿠로시오)와 쓰시마 해류 분기점(쓰가루 난류), 치시마 해류(오야시오)가 해후하여 복잡하고 느릿한 흐름이다. 【**그림 2**】

이 복잡한 흐름과 함께, 발전소 부근에 체류하고 있는 방사성 물질을 포함한 물은 바다를 향해 확산된다. 【**그림 3-1**】 ~ 【**그림 3-5**】

특히 4월 중순의 후쿠시마 제1원자력발전소 앞바다에서는 방사성 물질을 포함한 물이 서서히 확산하지만, 매우 천천히, 약간 남쪽인 바다로 이동할 것으로 예측된다. 구체적으로는 동 발전소 30km 앞바다 해역 부근의 방사성 물질을 포함한 물은 4월 14일 ~ 20일 사이에 연해지면서 분포 범위를 약간 남쪽인 바다로 퍼져 나갈 것이라는 계산 결과이다 (4월 15일에 실시된 도쿄전력(주)과 문부과학성의 해역 모니터링 계측 실적으로는 이런 경향이 보였다). 【**그림 4-1**】 ~ 【**그림 4-3**】 또한 가정 시나리오에서는 요오드 131이 40Bq/L(원자력 시설의 폐수 농도 한도)를 밑도는 것이 4월 21일경, 세슘 137이 90Bq/L(동)를 밑도는 것은 4월 17일경이라고 계산된다.

【**그림 3-1**】 ~ 【**그림 3-2**】

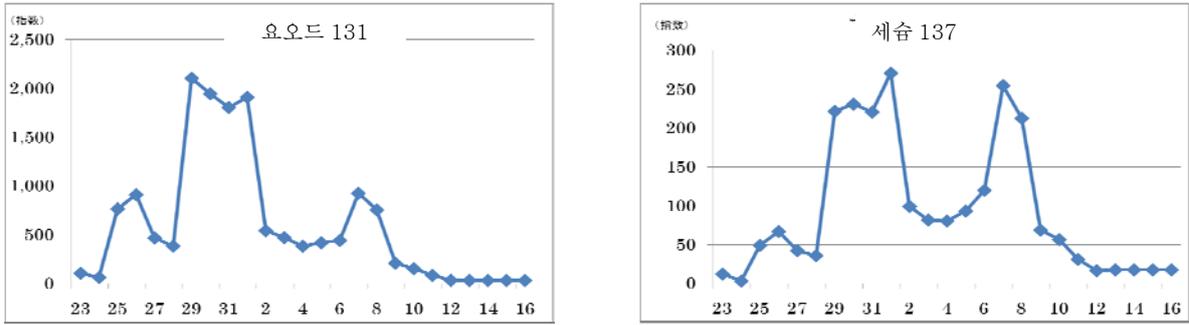
**4. 제1보와의 차이**

제1보(속보)의 방사능 농도 분포와 본 보고 사이에 차이가 있는데, 그 이유는 예측 개시일이 다르므로 본 보고에서는 다음과 같이 계산 조건을 변경했기 때문이다.

- \* 4월 13일까지의 관측 데이터를 반영하였다.(제 1 보는 4월 8일까지의 관측 데이터)
  - \* 4월 11일의 유속장을 초기치로 사용하였다.(제 1 보의 유속장의 초기치는 4월 2일)
  - \* 해수면에 영향을 주는 풍향 예측은 11일 시점의 예측을 사용하였다. (제 1 보는 4월 2일 시점) 이상의 계산 조건의 차이가 초기치의 차이가 되어 계산 결과에 차이를 내고 있다.
- 이처럼 새로운 관측 데이터와 최신의 유속장 등을 이용함으로써 차이가 생기는 것은 불가피한 것이다.

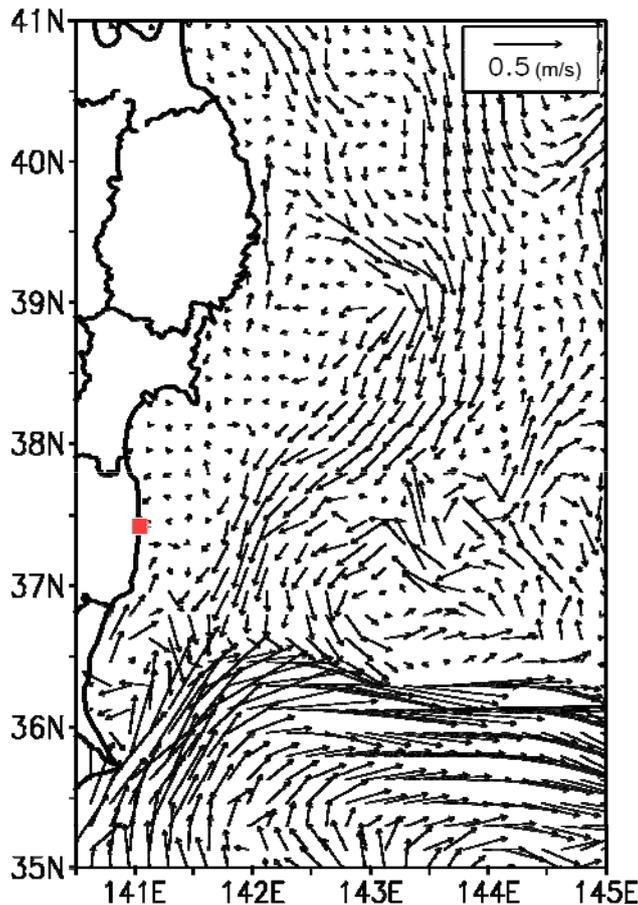
### 5. 유의사항

이 예측은 4월 11일 시점의 JCOPE2의 유속장을 바탕으로 문부과학성과 도쿄전력(주)이 실시한 4월 13일까지의 모니터링 결과의 측정치를 반영하여 4월 15일 해양연구개발기구의 슈퍼컴퓨터 시스템으로 계산한 결과의 속보이며, 앞으로 최신의 모니터링 결과의 실측치를 반영하면서 검토를 실시하기로 하고 있다.



【그림 1】 후쿠시마 제 1 원자력발전소에서 배출되는 물의 방사성 농도에 관한 가정 시나리오

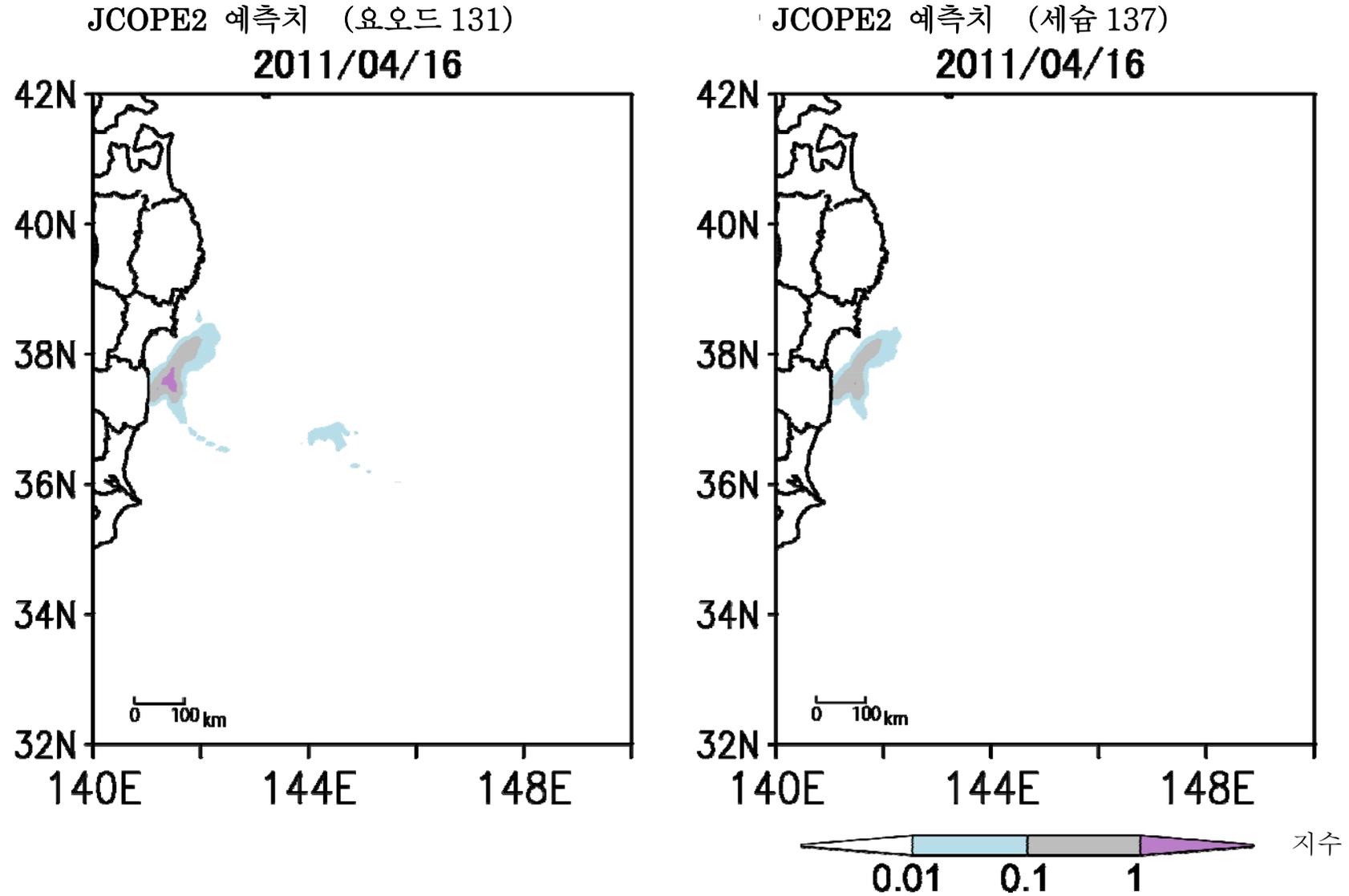
도쿄전력이 발표한 "해수 핵종 분석 결과"(3월 21일 ~ 4월 13일)에서 8km 사방으로 해안의 1/100의 농도로 표층에서 확산되는 것으로 가정해, 후쿠시마 제 1 원자력발전소의 방수구 부근 물에 대해 4월 13일 시점과 같은 방사능 농도의 물이 4월 16일까지 존재한다는 가정하에 시나리오(4월 11일 이후에는 새로운 방사성 물질을 포함한 물의 배출은 0(영)), 또한, 세로축은 예상되는 방사능 농도를 원자력 시설의 폐수 농도 한도의 몇배인지를 가리킨 지수로 나타내고 있다.



【그림 2】 JCOPE2의 유속 분포(4월 11일 시점)

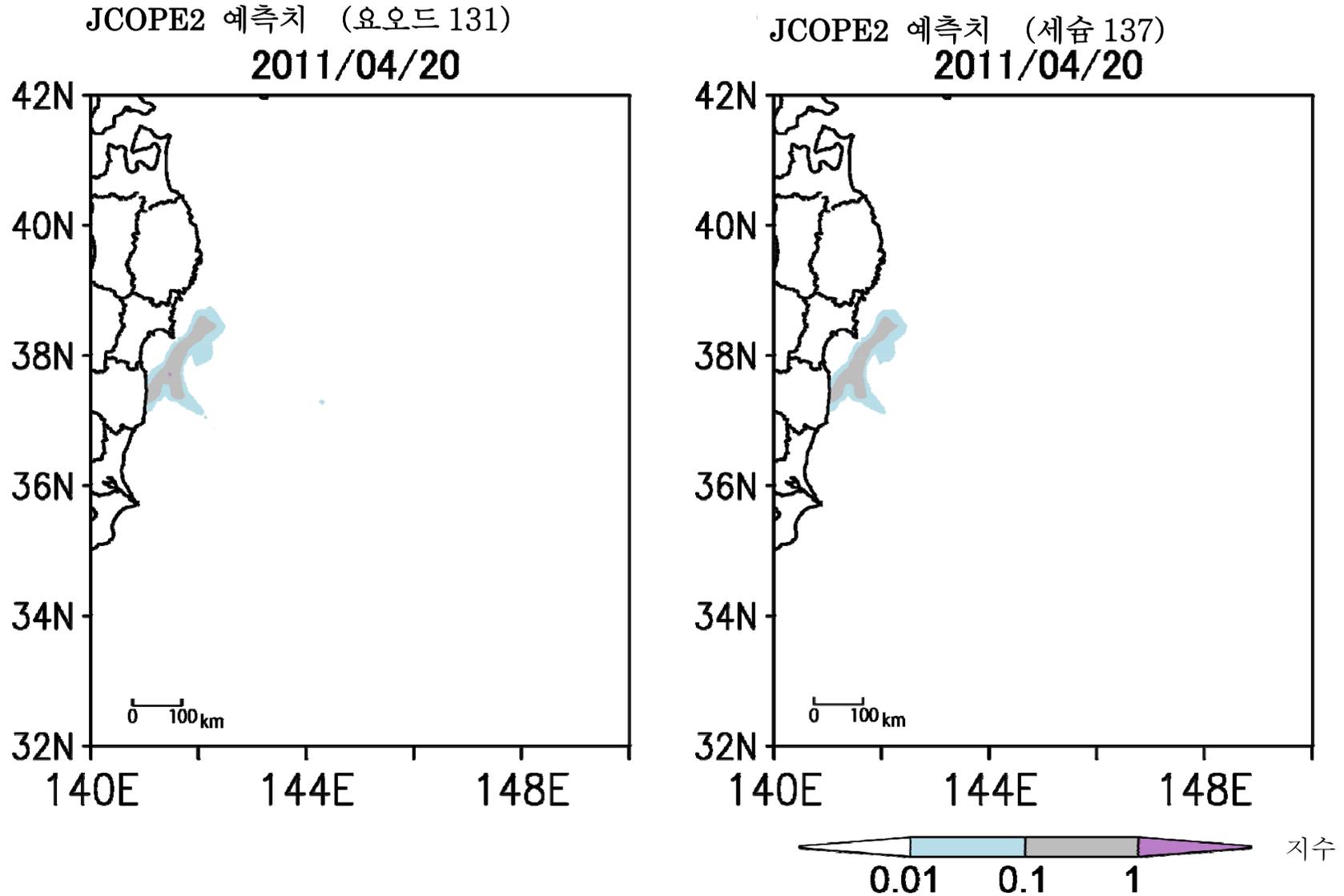
JCOPE2의 유속 분포는 4월 11일까지의 현장 관측 데이터 및 위성 관측 데이터를 도입하여 계산한 것임. 계산을 할 때 반감기(요오드 131은 8일, 세슘 137은 30년)는 고려하여 예측하고 있다.

【그림 3-1】 JCOPE2 에 의한 방사능 농도 분포 시뮬레이션- 4월 16일-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



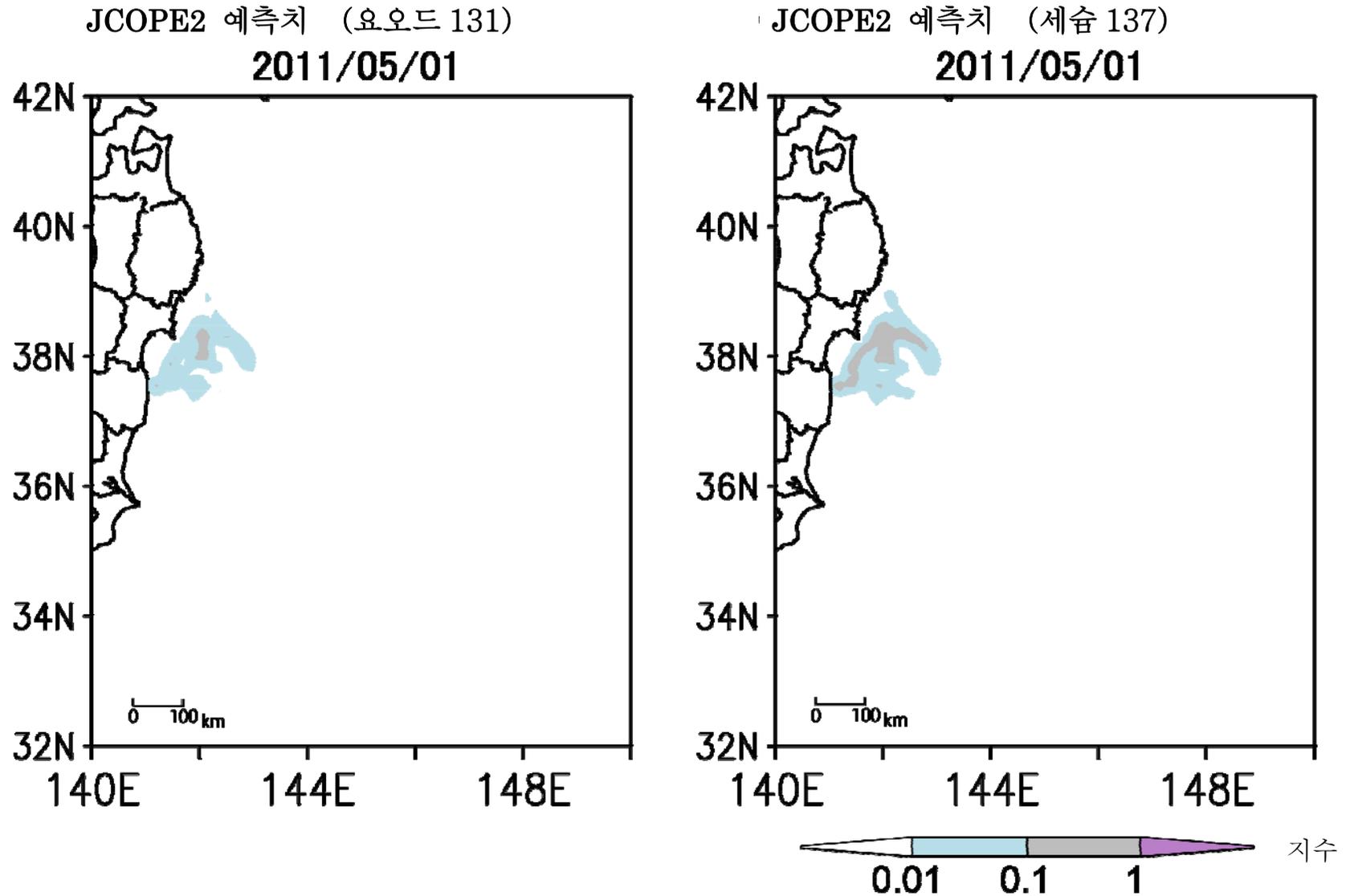
<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131 은 40 Bq/L, 세슘 137 은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

【그림 3-2】 JCOPE2 에 의한 방사능 농도 분포 시뮬레이션 - 4 월 20 일 -  
 (4 월 13 일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



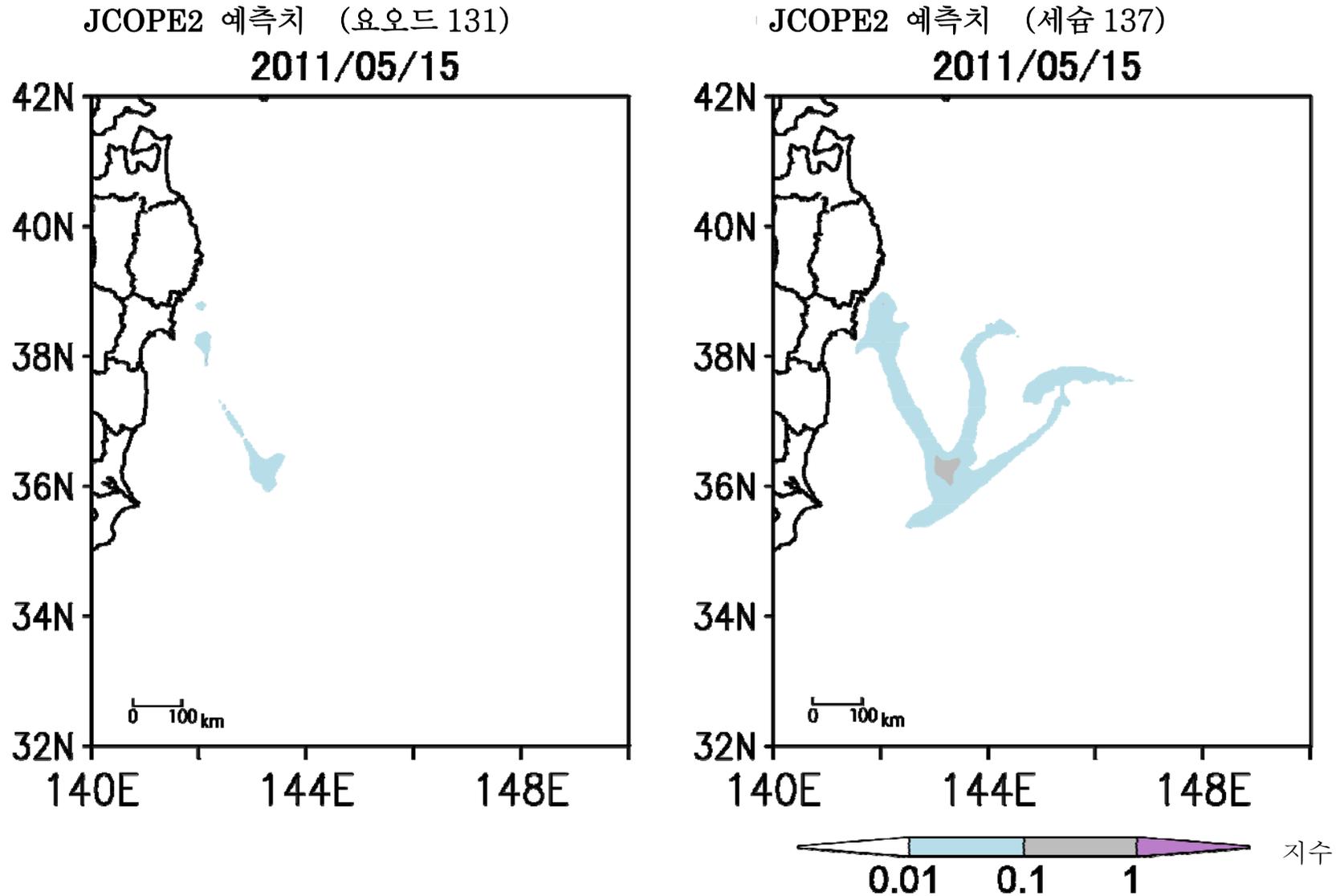
<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131 은 40 Bq/L, 세슘 137 은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

【그림 3-3】 JCOPE2 에 의한 방사능 농도 분포 시뮬레이션-5 월 1 일-  
 (4 월 13 일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



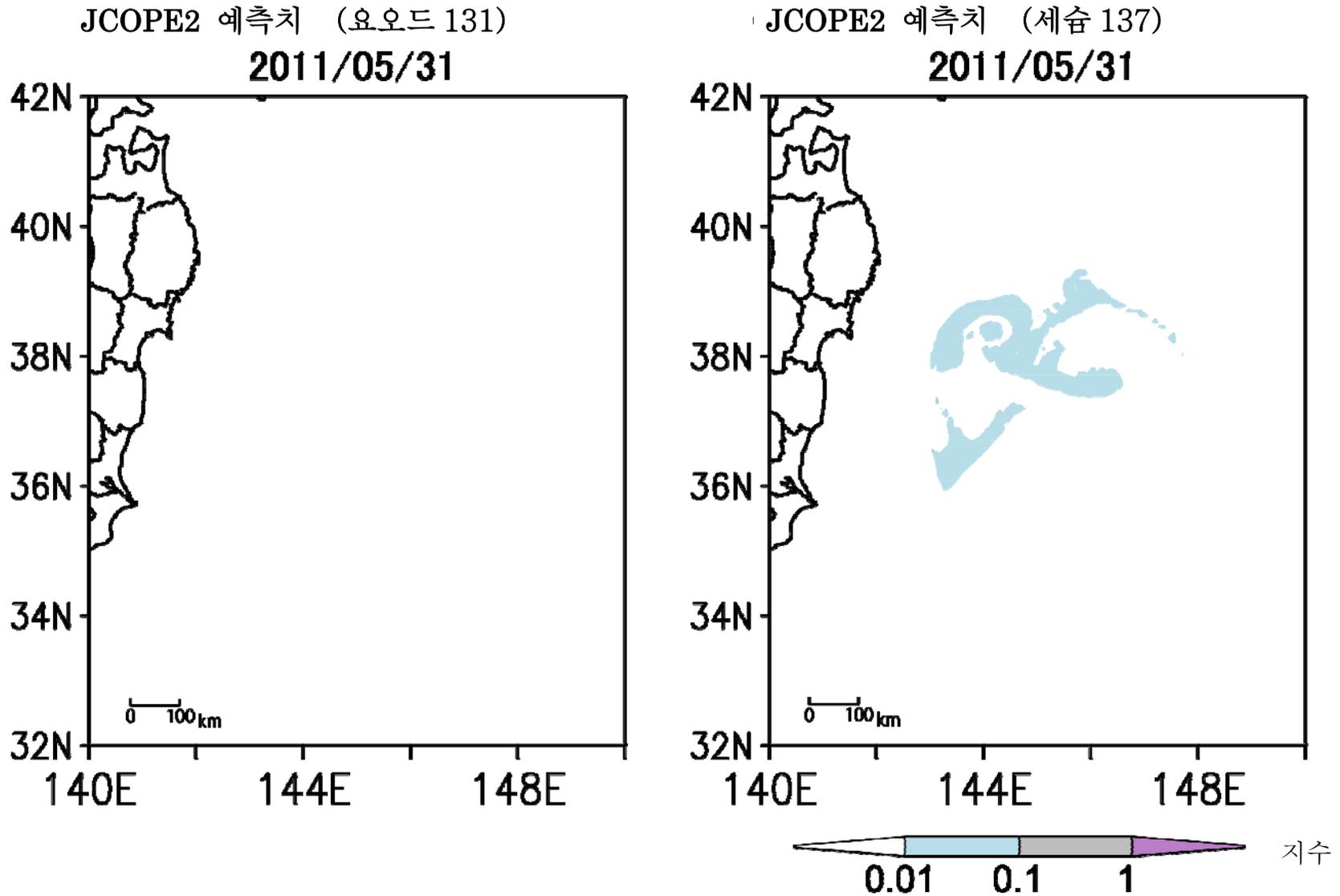
<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131 은 40 Bq/L, 세슘 137 은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

【그림 3-4】 JCOPE2 에 의한 방사능 농도 분포 시뮬레이션-5월 15일-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



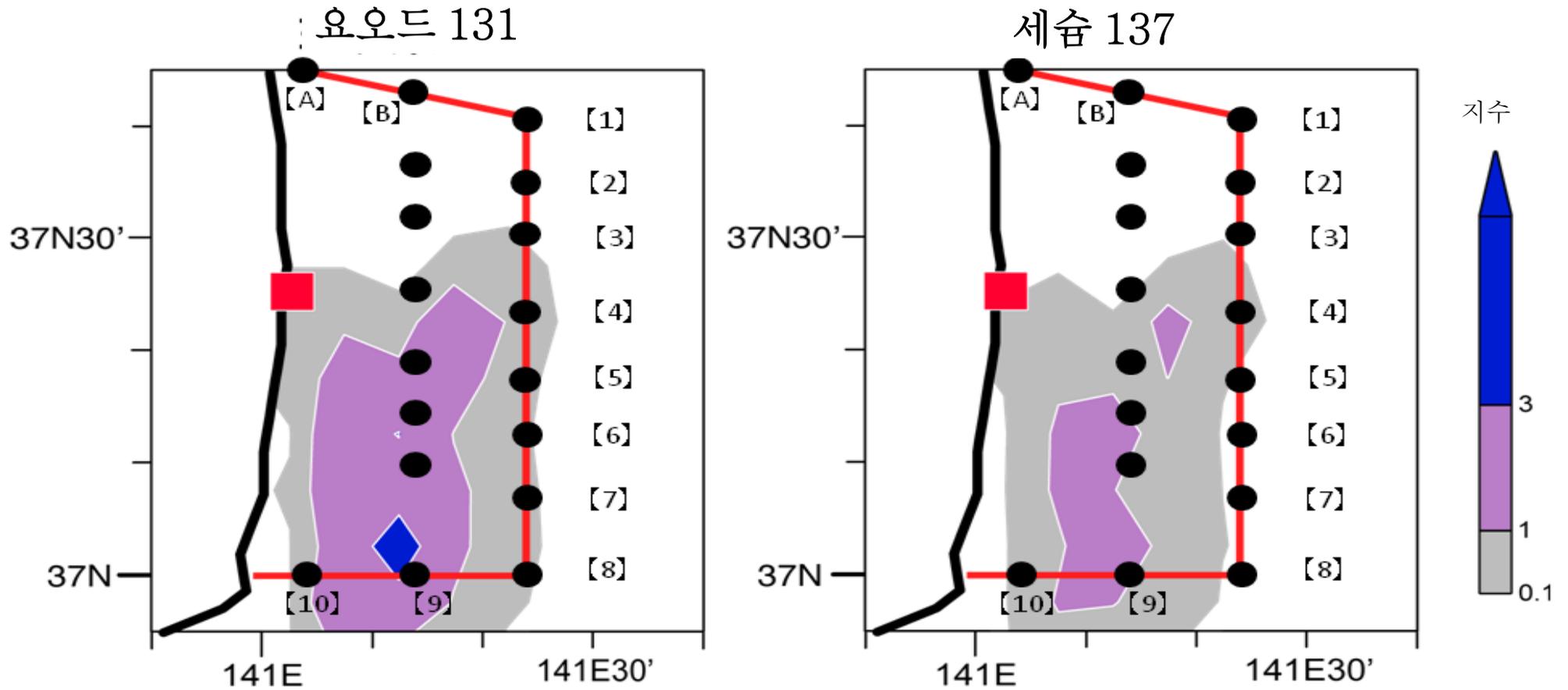
<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131은 40 Bq/L, 세슘 137은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

【그림 3-5】 JCOPE2 에 의한 방사능 농도 분포 시뮬레이션-5월 31 일-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131은 40 Bq/L, 세슘 137은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

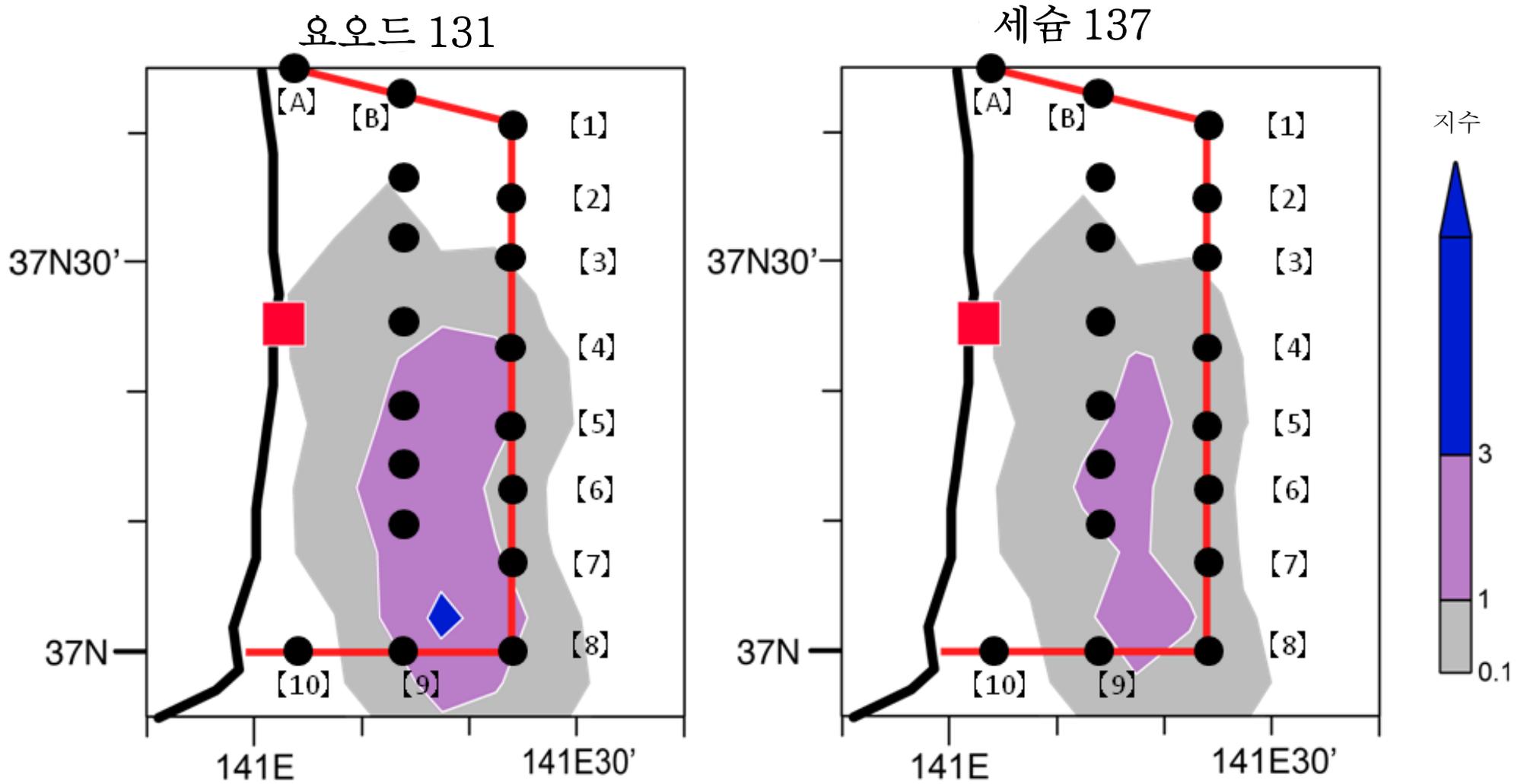
【그림 4-1】 JCOPE2 에 의한 농도 분포 시뮬레이션- 4月 14日-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



JCOPET로 계산을 할 때 반감기(요오드131은 8일, 세슘137은 30년)를 고려하여 예측한다.

<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131은 40Bq/L, 세슘 137은 90Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

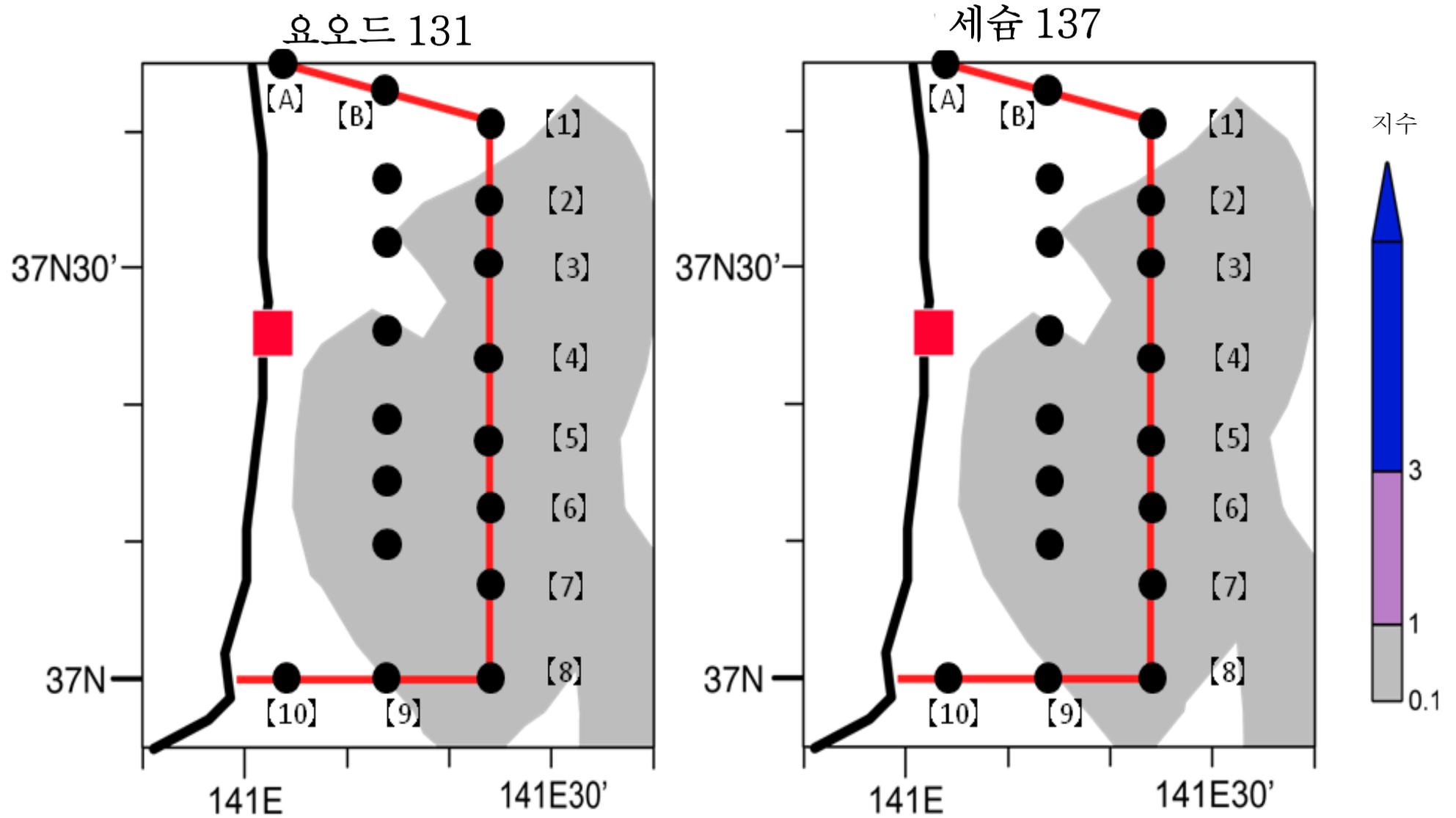
【그림 4-2】 JCOPE2 에 의한 농도 분포 시뮬레이션- 4月 16日-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



JCOPE2로 계산을 할 때 반감기(요오드131은 8일, 세슘137은 30년)를 고려하여 예측한다.

<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131은 40 Bq/L, 세슘 137은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>

【그림 4-3】 JCOPE2 에 의한 농도 분포 시뮬레이션- 4月20日-  
 (4월 13일까지의 데이터를 바탕으로 한 시뮬레이션)



JCOPE2로 계산을 할 때 반감기(요오드131은 8일, 세슘137은 30년)를 고려하여 예측한다.

<주 : 위 그림의 지수는 원자력 시설의 폐수 농도 한도(요오드 131은 40 Bq/L, 세슘 137은 90 Bq/L)의 몇배인지를 나타낸 것>