

유처리제 사용해역 선정기준 개발

이문진[†] · 성홍근 · 강창구
해양연구원 해양시스템안전연구소

Development of guideline to use dispersants

Moonjin Lee[†], HongGun Sung and Chang-gu Kang

Maritime and Ocean Engineering Research Institute/KORDI
171 Jangdong, Yusung, Daejeon 305-600, Korea

요 약

우리나라 주변해역에 대한 유처리제 사용 가능여부를 판단할 수 있는 지침을 개발하고, 그 지침을 적용하여 우리나라 주변해역 전 연안에 대하여 유처리제 사용 가능여부를 나타내는 색인도를 작성하였다. 본 연구에서 유처리제 사용 가능여부는 수심조건과 환경민감자원에 미치는 영향으로 판단하였으며, 이러한 판단조건에 따라 우리나라 주변해역을 1) 현장방제책임자 재량으로 유처리제를 사용할 수 있는 해역, 2) 주변상황을 고려한 후 사용할 수 있는 해역, 3) 유처리제를 가능한 억제해야할 해역 등의 3가지 해역으로 구분하였다. 본 연구의 결과로서 우리나라 주변해역을 12개로 구분한 세부해역에 대해 유처리제 사용 가능여부를 나타내는 색인도를 제시하였다.

Abstract – A guideline for decision of dispersants use zone was developed at the twelve local sea areas covering the whole Korean sea. In this study, the water depths and damage to sensitive resources were considered as the conditions of the decision of whether or not to use dispersants. According to the conditions of the decision, three kinds of zones were specified as following; 1) dispersants usable zone, 2) dispersants use approvable zone, 3) dispersants use restrictive zone. As the result, dispersants use zone at the twelve local sea areas covering the whole Korean sea are suggested.

Keywords: dispersants(유처리제), guideline to use dispersants(유처리제 사용지침), water depths(수심), sensitive resources(환경민감자원), Area Contingency plan(지역방제실행계획)

1. 서 언

해상에서의 유류 유출사고시 대응방법은 유출유의 종류, 환경조건, 가용인력과 대응장비 등에 따라 그 피해규모를 줄이기 위하여 가장 효율적인 방법이 선택되어야 한다. 해상에서 유출된 유류를 회수하는 방법으로는 크게 유회수기, 오일붐, 유흡착재를 이용한 물리적 수거방법, 유처리제에 의한 화학적 처리방법, 미생물에 의한 생물학적 방법 및 소각 등으로 구별할 수 있다.

유처리제는 해상에 유출된 유류를 화학적 방법에 의하여 처리하는 약제로서 유류입자를 미립자로 분해시켜 해수와 섞이기 쉬운 상태를 만듦으로써 자정작용 즉, 박테리아에 의한 미생물 분해 및 일조에 의한 증발, 산화작용 등으로 기름성분을 분해시키는 작용을 촉진한다. 유처리제에 의한 분산처리 방법은 해상에서 발생

하는 각종 유출사고시 물리적인 수거가 불가능할 경우에 오염에 민감한 지역의 피해를 줄이기 위하여 사용되는 유출유 방제방법으로 유출사고로 인한 생태계의 피해를 감소시키고 예측되는 각종 위험을 최소화하기 위하여 사용된다(IPIECA, 2000).

유처리제의 해양환경에 대한 영향은 분산된 기름이 수중에 분산되었을 때 해양생물의 독성영향이 주된 검토대상이다. 독성은 유처리제의 종류, 기름의 종류와 환경조건에 따라 다르기 때문에 이 분야에 대한 전문가의 자문이 필요하다. 현재까지 유처리제 사용 후 해상에 떠 있는 유막이 해양어류의 개체수를 감소시켰다는 증거는 없다. 바다에서 유처리제를 사용하는 것이 바다생물에 도움을 주지는 못하지만, 유처리된 기름이 깊은 바다에서 신속히 희석된다면 어류에게 악영향 또한 미치지 않는 것으로 보고되고 있다. 이에 추가해서 유처리제의 사용은 어류들이 기름에 직접 노출되는 것을 막아 준다. 그러나 천해에서는 유처리된 기름이 어류 특히 치어들에게 영향을 미칠 수 있는 농도에 도달할 수 있으며

[†]Corresponding author: mjlee@moeri.re.kr

는 지역과 계절에 따라 작성되어야 하는 것으로, 예를 들면 산란기에는 물고기의 산란지역에서의 유처리제 사용을 금지하여야 한다.

2.3.1 위험요소 평가

위험요소 평가를 위한 필수적인 부분은 잠재적인 유출 요인에 대한 평가이다. 이는 특정 지역에서 발생가능성이 가장 높은 요인을 선정하는 것이다. 대표적인 예는

- 원유 생산지(유정)에서의 파열
- 유조선의 좌초 혹은 충돌
- 원유터미널에서의 기름 적재 혹은 하역

등이다. 각 유출요인은 유출된 기름종류, 유출규모(유출량), 유출율 및 유출위치 등의 독특한 특성을 가진다. 예를 들면, 유정에서의 유출 혹은 터미널 유출사고의 경우에는 때때로 기름의 물리적인 특성이 사전에 잘 파악되어 있다. 그것은 오염사고 대응계획 과정 동안에 선택되어진 유처리제의 효과에 대한 시험을 가능케 한다. 그러나 유조선 사고와 같은 경우에는 기름의 특성이 사전에 잘 파악되어 있지 못하다. 유처리제 대응계획은 인지도 위험에 사용되기 위해 필요하다.

2.3.2 해양생태계 위해도 평가

오염사고 대응계획 단계에서 매년 특정시기 동안의 유처리제 사용유무에 대한 장·단점을 비교 검토하는 것이 필수적이다. 이것은 유처리제 사용 유무에 따라 환경에 이로움을 제공하는지 아닌지를 사전에 결정하기 위하여 이행되어야 한다.

다른 방제방법과 병합하거나 또는 단독으로 유처리제의 사용여부에 대한 최종적인 판단은 유출조건의 특성에 따라 달라진다. 모든 경우에 유출 대응의 목적은 자연적인 그리고 경제적인 가치를 지닌 자원에 대해 전반적인 환경영향을 감소시키는데 있다.

환경적인 영향을 분석하기 위해서는 그 지역에 있는 자원들을 보호 우선순위에 따라 목록을 만드는 것이 필수적이다. 이 목록은 오염사고 대응계획 단계에서 작성되어야 하며, 보호 우선 순위에 계절별 변화 내용도 포함되어야 한다. 또한 목록을 작성할 때, 자연적인 또는 경제적인 가치를 지닌 자원들도 고려되어야 한다. 일반적으로 우선 보호대상은 멸종위기에 처한 종, 생산성이 높은 지역, 보호서식지를 말하며, 기름을 회수하는데 장시간을 요하는 서식지는 가장 높은 보호 우선 순위로 선정되어야 한다.

3. 유처리제 사용해역 선정

전술한 바와 같이 유처리제 사용해역은 주변해역의 특성, 민감자원의 분포, 방제 효율성 등의 많은 요소를 검토하여 결정되어야 한다. 그러나 이러한 요소들은 해역에 따라 또는 시기에 따라 전혀 다른 기준으로 제시될 수 있으므로, 본 연구에서는 유처리제 사용에 있어 가장 기본이 될 수 있는 일반적인 요소들을 고려하여 Fig. 2의 12개 해역에 대하여 유처리제 사용해역을 구분하였다(해양경찰청, 2000; 2001; 2002).

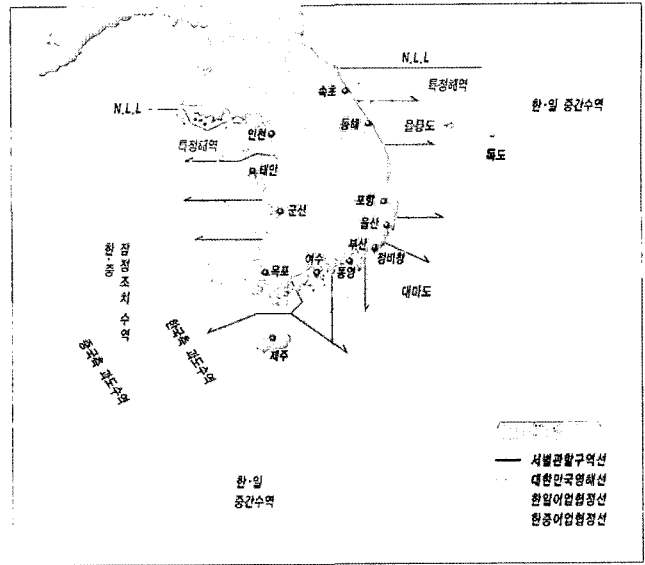


Fig. 2. Study areas on development of guideline to use dispersants.

3.1 유처리제 사용해역 구분

- (1) 현장방제책임자 재량으로 사용할 수 있는 해역(ZONE 1)
주변해역의 수심이 20 m 이상인 경우
사용후 6시간 이내에 수심 10 m 이내의 연안, 어장 및 양식장, 산업시설, 위락시설 등에 영향을 미치지 않는 경우
물리적 수거가 어렵고, 특정 민감지역으로 이동하는 경우
- (2) 주변상황을 고려한 후 사용할 수 있는 해역(ZONE 2)
주변해역의 수심이 10 m~20 m인 해역
사용후 3~6시간 이내에 수심 10 m 이내의 연안, 어장 및 양식장, 산업시설, 위락시설 등에 영향을 미칠 가능성이 있는 경우
- (3) 유처리제를 가능한 억제해야할 해역(ZONE 3)
주변해역의 수심이 10 m 이내인 경우
사용후 3시간 이내에 수심 10 m 이내의 연안, 어장 및 양식장, 산업시설, 위락시설 등에 영향을 미치는 경우
어장 및 양식장, 발전소 취수구, 종묘배양장 주변해역 또는 폐쇄성 해역
특정해역 중 수산자원보호구역으로 지정된 해역
※단, 수심이 10 m이내이더라도 항만 내 또는 주변해역에 어장·양식장과 같은 민감자원이 없는 경우에는 유처리제를 사용할 수 있다.

3.2 유처리제 사용해역 선정조건

3.2.1 수심조건

유처리제 사용조건 중 수심조건에 따라 사용해역을 선정하였다. 수심조건은 해도에 표시된 수심을 평균 해수면하 수심으로 환산하여 적용하였다.

Fig. 2의 12개 해역 중 태안해역에서 “현장방제책임자 재량으로

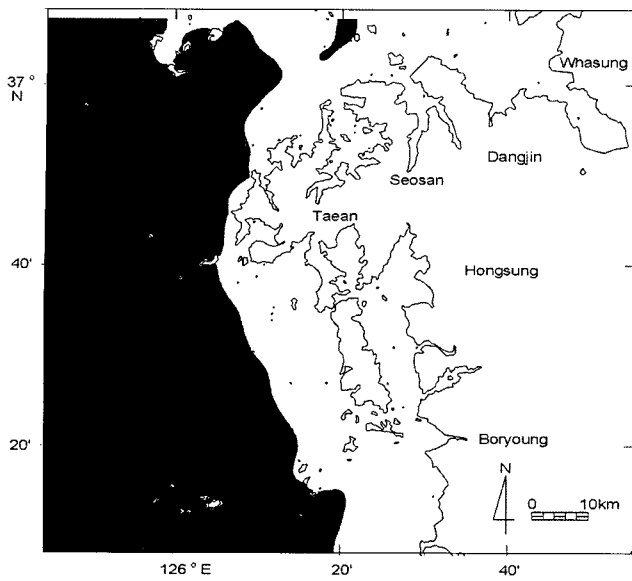


Fig. 3. Dispersants use possible zone of the sea off the coast of Taean under the condition of water depth(ZONE1).

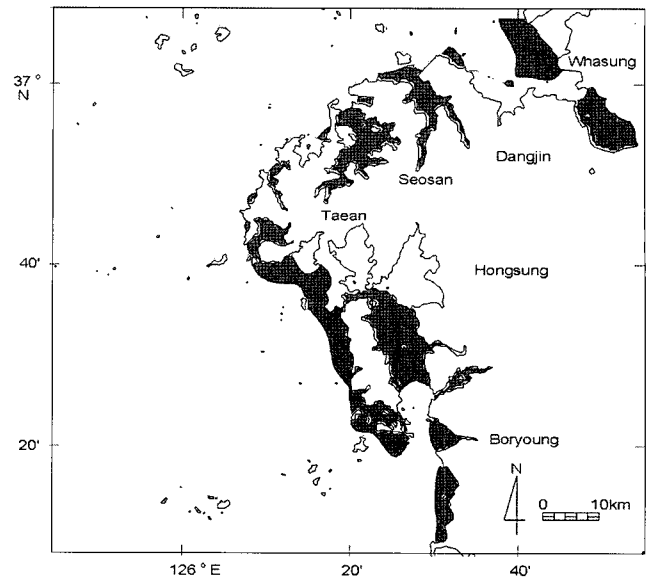


Fig. 5. Dispersants use restrictive zone of the sea off the coast of Taean under the condition of water depth(ZONE3).

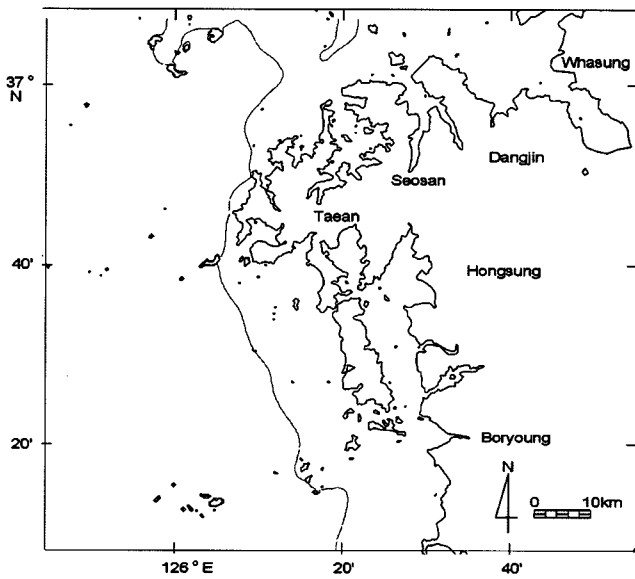


Fig. 4. Dispersants use approvable zone of the sea off the coast of Taean under the condition of water depth(ZONE2).

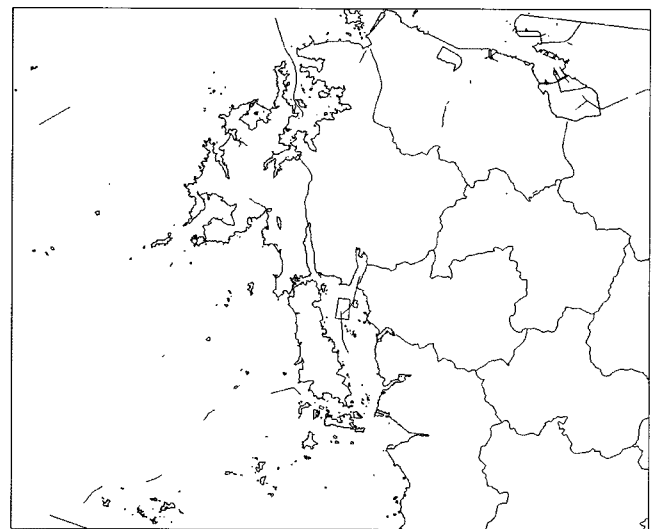


Fig. 6. Fishing grounds and aquaculture farms of the sea off the coast of Taean.

로 살포할 수 있는 해역(ZONE 1)인 수심이 20 m 이상의 해역은 Fig. 3과 같이 해안선으로부터 약 10 km 이상 떨어진 외해를 나타낸다. 수심만을 고려한 경우 태안해역에서 “주변상황을 고려한 후 살포할 수 있는 해역(ZONE 2)인 수심 10 m~20 m 해역은 Fig. 4와 같이 해안선을 따라 약 10 km 범위의 띠형태로 분포한다. 태안해역은 수심이 비교적 얇은 특성을 가지므로 “유처리제를 가능한 억제해야할 해역(ZONE 3)인 수심 10 m 이내 해역은 Fig. 5에 제시한 바와 같이 대부분의 연안이 포함된다.

3.2.2 환경민감자원 및 산업시설에 미치는 영향
유처리제 사용조건 중 환경민감자원 및 산업시설에 미치는 영

향을 고려하여 사용해역을 구분하였다. 환경민감자원 및 산업시설에 미치는 영향은 대상해역의 해수유동 특성을 고려하여 사용된 유처리제가 6시간 이내에 특정구역에 도달할 수 있는지 여부로 판단하였다. 유처리제의 이동 및 확산은 대상해역의 해수유동을 고려한 해양 확산모델을 이용하였으며, Fig. 6의 어장 및 양식장 분포현황과 Fig. 7의 산업시설과 같은 대상해역의 민감자원을 고려하였다.

도달시간만을 고려한 경우 Fig. 2의 12개 해역 중 태안해역에서 “현장방제책임자 재량으로 살포할 수 있는 해역(ZONE 1)인 도달시간 6시간 이상의 해역은 Fig. 8과 같이 연안으로부터 약 1 km~2 km 이상 떨어진 외해를 나타낸다. 도달시간만을 고려한

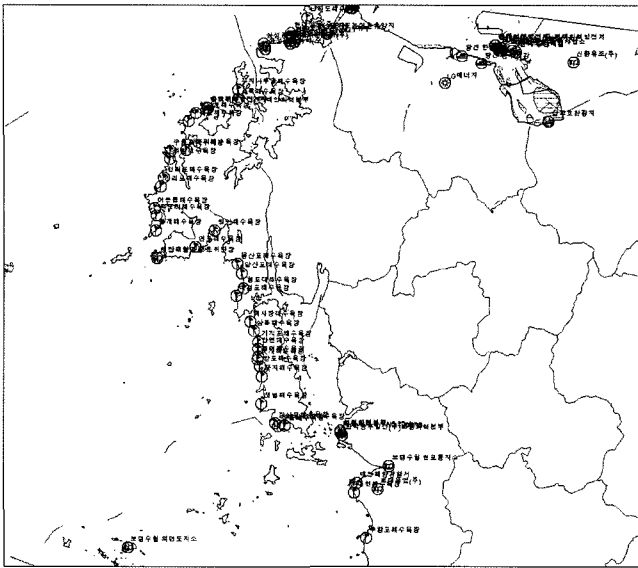


Fig. 7. Industrial resources of the sea off the coast of Taean.

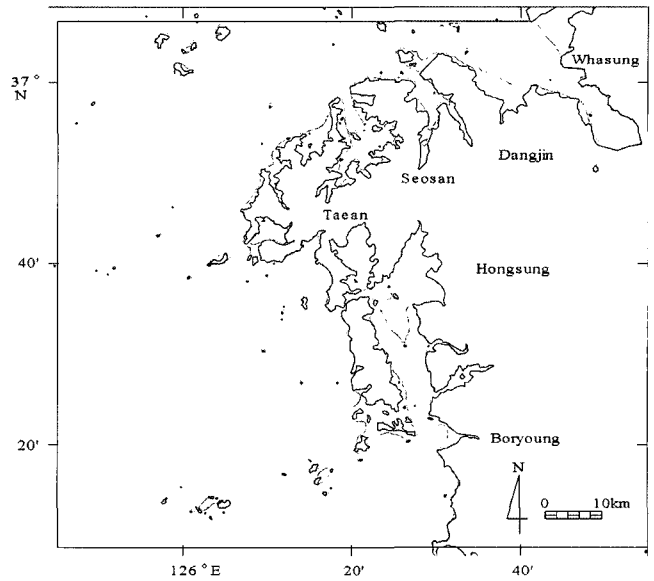


Fig. 9. Dispersants use approvable zone of the sea off the coast of Taean under the condition of damage to sensitive resources(ZONE2).

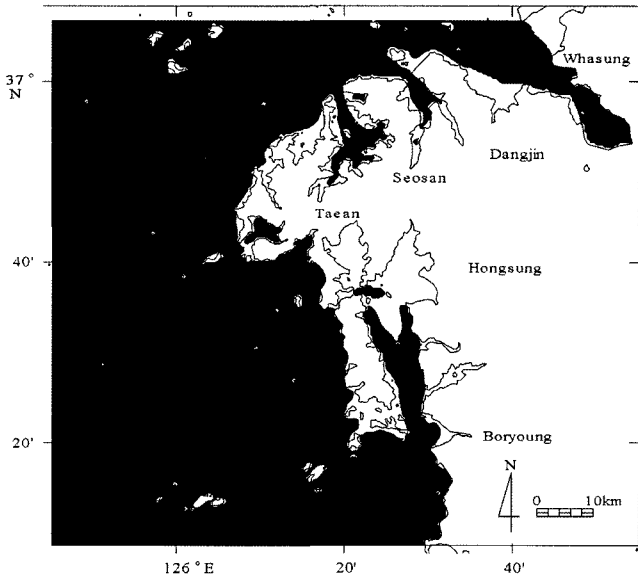


Fig. 8. Dispersants use possible zone of the sea off the coast of Taean under the condition of damage to sensitive resources(ZONE1).

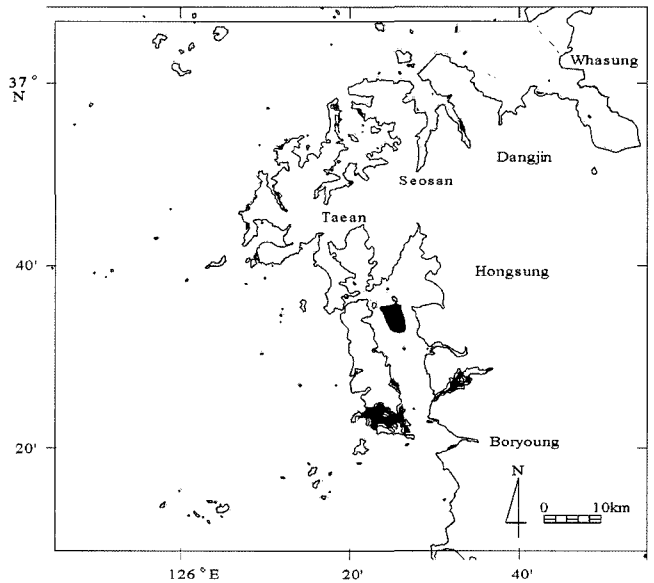


Fig. 10. Dispersants use restrictive zone of the sea off the coast of Taean under the condition of damage to sensitive resources(ZONE3).

경우 태안해역에서 ‘주변상황을 고려한 후 살포할 수 있는 해역 (ZONE 2)’인 도달시간 3시간~6시간의 해역은 Fig. 9와 같이 특정구역 주변에 약 500 m 범위의 띠형태로 분포한다. 한편, “유처리제를 가능한 억제해야할 해역(ZONE 3)”인 도달시간 3시간 이내의 해역은 Fig. 10에 제시한 바와 같이 특정구역으로부터 반경 약 1 km의 범위를 갖는다.

3.3 유처리제 사용 해역 선정

수심조건과 해수유동을 고려한 특정해역 도달시간 조건을 종합하여 유처리제 사용 여부의 해역을 구분하였다. 최종 유처리제 사

용 여부 해역의 결정에서는 수심조건과 도달시간 조건의 두 조건에 의한 해역 구분 결과 중 보다 심각한 규제가 적용된 결과를 선택하였다.

본 연구에서 고려한 Fig. 2의 12개 해역 중 황해의 주요해역인 태안해역의 수심조건과 특정해역 도달시간 조건을 적용하여 최종적으로 결정한 “현장방제책임자 재량으로 사용할 수 있는 해역 (ZONE 1)”, “주변상황을 고려한 후 사용할 수 있는 해역(ZONE 2)”, “유처리제를 가능한 억제해야할 해역(ZONE 3)”의 해역 분포는 Fig. 11과 같다. 또한 남해의 주요해역인 부산해역과 동해의 주

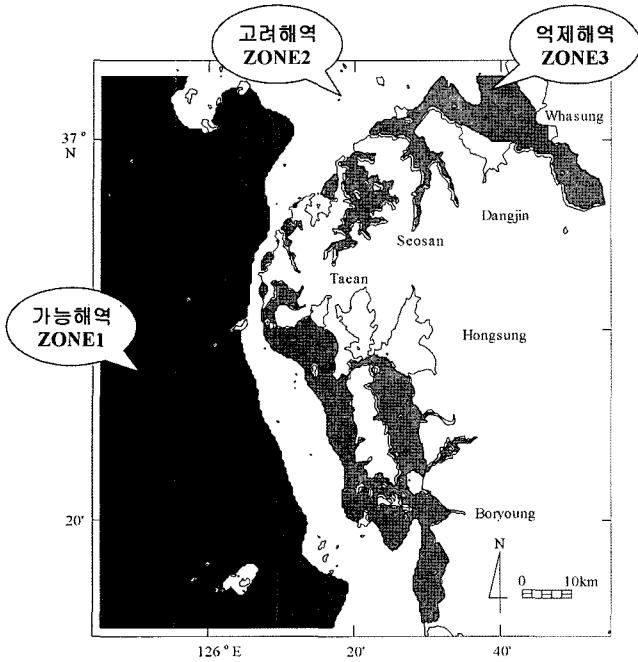


Fig. 11. Dispersants use zone of the sea off the coast of Taean.

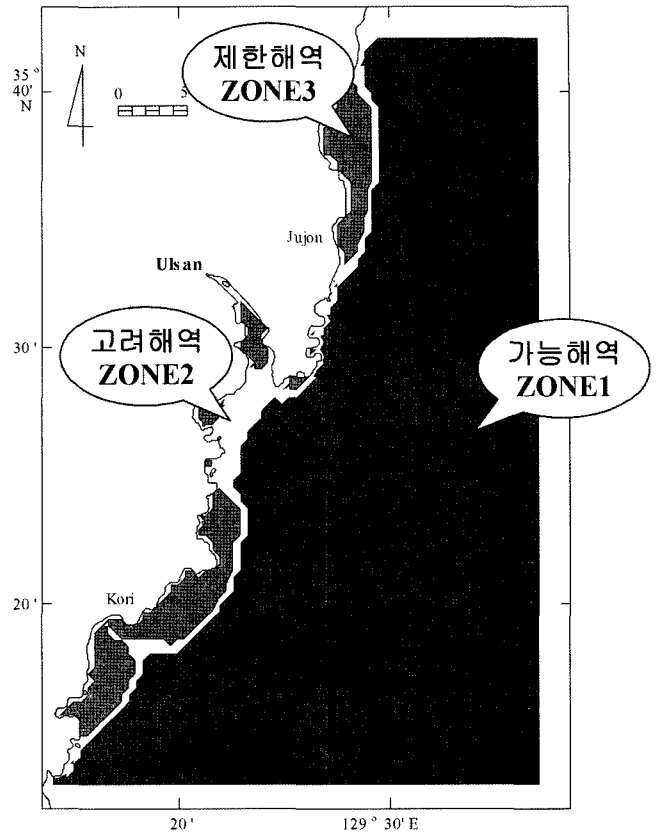


Fig. 13. Dispersants use zone of the sea off the coast of Ulsan.

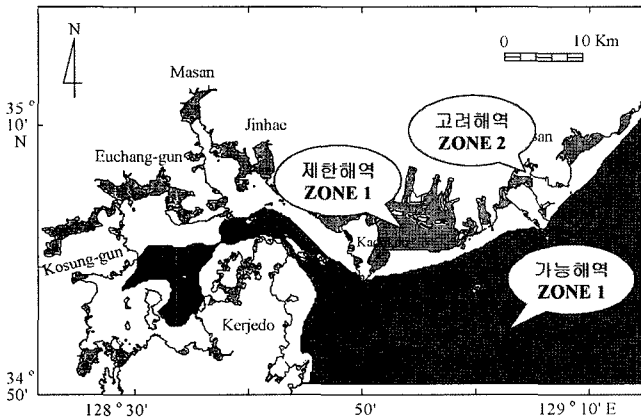


Fig. 12. Dispersants use zone of the sea off the coast of Pusan.

요해역인 울산해역의 유처리제 사용여부 해역분포는 각각 Fig. 12 와 Fig. 13에 제시한 바와 같다.

4. 결 론

해양유류오염사고 발생시 유출유의 분산 및 회색을 위한 유처리제 사용 지침을 개발하기 위하여 해역특성을 고려한 유처리제 사용해역 선정기준을 개발하였다. 대상해역의 특성을 고려한 유처리제 사용 여부의 조건은 IMO/UNEP(1995)와 IPIECA(2000)의 지침서를 참조하였으며, 우리나라 주변해역의 해역특성과 우리나라 방계체계를 반영할 수 있도록 선정하였다. 본 연구에서 유처리제 사용여부는 대상해역의 수심과 민감자원에 대한 영향여부의 2가지 조건으로 판단하였으며, 각 조건에 따라 대상해역을 다음의 3종류로 구분하였다.

- ① 현장방제책임자 제량으로 살포할 수 있는 해역(ZONE 1)
- ② 주변상황을 고려한 후 살포할 수 있는 해역(ZONE 2)
- ③ 유처리제를 가능한 억제해야할 해역 (ZONE 3)

수심과 민감자원 영향의 2가지 조건에 대한 결과로부터 최종 유처리제 사용해역의 구분은 두가지 조건 중 보다 심각한 조건에 따라 결정하였다. 본 연구에서 대상해역은 우리나라 주변해역을 동해, 태안, 부산, 여수, 인천, 군산, 목포, 속초, 울산, 제주, 통영, 포항 등의 12개 해역으로 구분하여 고려하였으며, 각 해역에 대해서 3종류의 해역구분을 각각 제시하였다.

본 연구에서는 해양오염사고 발생시 현장에서 사용될 수 있는 유처리제 사용의 기본 지침으로서 보다 객관적인 기준을 제시하기 위하여 일반적인 해역특성만을 고려한 사용해역 선정기준을 개발하여 제시하였다. 그러나 이러한 결과는 유처리제 사용 결정과정의 한 부분이며, 실제 해양유류오염사고 발생시 유처리제의 사용은 해역특성, 서식 생물의 종류, 사고 당시의 주변여건, 방제전략 등 많은 요소를 고려하여 결정되어야 하므로 보다 구체적이고 상세한 사용지침의 개발을 위해서는 보다 체계적이고 종합적인 검토가 이루어져야 한다. 또한 본 연구에서 제시된 유처리제 사용여부 판단조건인 수심과 민감자원 영향의 2가지 조건 역시 여러 조건 중 일부이며, 보다 타당성있는 결과의 도출을 위해서는 보다 복잡한 조건이 개발되어야 한다.

사 사

본 연구는 해양경찰청의 “지역방제실행계획수립 연구” 중의 일부이다.

참고문헌

- [1] 해양경찰청, 2000, 여수지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [2] 해양경찰청, 2000, 인천지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [3] 해양경찰청, 2001, 군산지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [4] 해양경찰청, 2001, 목포지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [5] 해양경찰청, 2001, 부산지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [6] 해양경찰청, 2001, 울산지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [7] 해양경찰청, 2001, 대안지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [8] 해양경찰청, 2001, 통영지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [9] 해양경찰청, 2002, 동해지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [10] 해양경찰청, 2002, 속초지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [11] 해양경찰청, 2002, 제주지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [12] 해양경찰청, 2002, 포항지역방제실행계획, 한국해양연구원.
 [13] IMO/UNEP, 1995. Guidelines on Oil Spill dispersant Application(including Environmental Considerations), 55pp.
 [14] IPIECA, 2000. Dispersants and their role in oil spill response, 24pp.

2005년 10월 13일 원고접수

2006년 2월 3일 수정본 채택