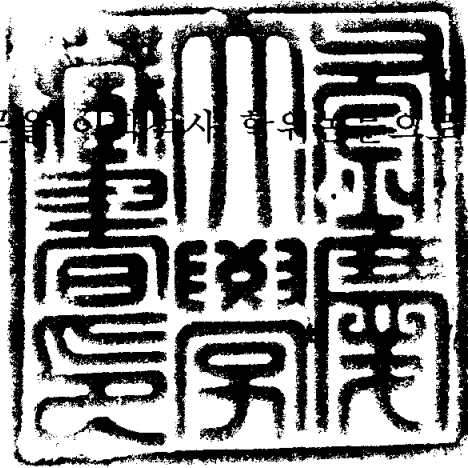


이학석사 학위논문

인공위성자료를 이용한 오징어어장과  
해황과의 관계

지도교수 조 규 대

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함



2004년 8월

부경대학교대학원

해양학과

최윤선

# 최윤선의 이학석사 학위논문을 인준함

2004년 6월 일

주 심 이 학 박 사    홍   철   훈



위 원 농 학 박 사    조   규   대



위 원 수 산 학 박 사    김   상   우



# 목 차

<i>List of Figures</i> .....	ii
<i>List of Tables</i> .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
I. 서 론 .....	1
II. 자료 및 방법 .....	3
III. 결 과 .....	12
3.1. 야간조업어선의 분포변동 .....	12
3.2. 월별 오징어어장중심 .....	17
3.3. 해황(수온) .....	19
3.4. 오징어어장과 해황(수온)과의 관계 .....	27
IV. 결 론 .....	28
V. 요 약 .....	29
VI. 참고문헌 .....	30

## List of Figures

- Figure 1. A map showing the study area (Dotted lines denote observation lines.).
- Figure 2. An imaging process for using a 36-digital number(DN), (a) an original state (b) an image after removing values below 25 DN (c) a final image used in this paper, using a values over DN 36.
- Figure 3. Flow chart of data process.
- Figure 4. Annual fluctuation of common squid catches by the DMSP/OLS in East Sea during 1992 to 2000.
- Figure 5. Monthly composition of DMSP-OLS imagery from 1992 to 2000.
- Figure 6. Annual fluctuation squid catches and digital number from 1992 to 2000 (R is correlation coefficient).
- Figure 7. Monthly fluctuation squid catches and digital number from 1992 to 2000 (R is correlation coefficient).
- Figure 8. Geographic distributions of monthly estimated center of DN from 1992 to 2000.
- Figure 9. The relationship between multi-channel SST and in situ temperature at 0m (R is a correlation coefficient.).
- Figure 10. The relationship between multi-channel SST and in situ temperature at 50m (R is a correlation coefficient.).
- Figure 11. Bimonthly linear regression analysis between in situ temperature at 50m depth and temperature calculated from satellite imagery.
- Figure 12. Bimonthly linear regression analysis between in situ

temperature at 50m depth and temperature calculated from satellite imagery in February and October 1993 ~ 2000. (a) all temp. data of study area (b) temp. data of JMA (c) temp. data of KODC

Figure 13. Horizontal distribution in situ temperature and calculated temperature by satellite at 50m depth in February(a) and October(b) from 1993 to 2000.

Figure 13. continued

Figure 14. Horizontal distribution of standard deviation difference in situ temperature and calculated temperature by satellite at 50m depth in February and October from 1993 to 2000.

Figure 15. Relationship between DMSP/OLS light imagery and calculated temperature at 50m depth.

## List of Tables

- Table 1. Observation period of each serial station carried out by NFRDI. Shaded columns represent period when field observation carried out
- Table 2. Observation period of each serial station carried out by JMA. Shaded columns represent period when field observation carried out
- Table 3. DMSP specification
- Table 4. OLS specification
- Table 5. Number of monthly mean composite imagery by DMSP/OLS

# Relationship between squid fishing grounds and the oceanic conditions by satellite data.

Yun-Sun Choi

*Department of Oceanography, Graduate School,  
Pukyong National University*

## Abstract

The relationship between the oceanic conditions and squid fishing grounds in East Sea/Japan Sea were examined by satellite data. The water temperatures at 50m which were calculated from satellite SST (Sea Surface Temperature), and the night light distribution images from DMSP/OLS, during the period of 1992-2000, were used for the study.

Although the SST from MCSST had a high correlation value ( $R=0.91$ ) with *in situ* SST for all the seasons, there was a difference in sea areas between satellite SST and the 50m water temperatures which are the highest catch depth for squids. In case of the coast in East Sea, the correlation value between the SST and 50m water temperatures was low for reason of the southward movement of North Korean Current ( $R=0.54$  in Feb and  $R=0.74$  in Oct). The open sea, however, the correlation has a high value ( $R=0.81$  in Feb. and  $R=0.8$  in Oct.) because Thushima Current makes the mixed layer thicker so the thermocline is found in deeper

depth than the usual during the times. Therefore, 50m water temperatures could be calculated from the satellite SST data.

The main squid fishing grounds and its water temperature distribution which derived from the relationship between the night light distribution images and 50m water temperatures calculated from satellite SST are as follows: They were found near Korea Strait and the north coast of Japan during the season of lowest fishing, especially February, and the temperatures were above 12°C. In the season of highest fishing, October, the main fishing grounds were found near the polar front, the Korean coast and the north coast of Japan, and the temperatures were above 10-16°C, 14-18°C and 20°C respectively.

The results of this study show the possibility of presumption for the squid fishing ground distribution by using the night light distribution images of satellite data.



# I. 서론

난류와 한류가 접해 아한대 극전석을 형성하는 동해는 회유성 수산 동물인 오징어의 주어장이다. 오징어, *Todarodes pacificus*, Common squid의 습성을 보면 오징어는 주광성이 강해서 집어등을 이용한 채낚기로써 주로 어획하고 있다. 이러한 오징어의 서식수온은 약 4~27°C로 넓으나 어획적수온은 14~19°C의 범위이고 서식수층은 주간에는 수심 약 200m이지만 야간에는 표층으로 부상하는 습성이 있다. 최적어획수층은 대체로 약 50m (이 등, 1985)이며, 먹이로는 동물부유생물, 소형 어류, 갑각류, 연체류, 해조류 등이다 (김, 1998).

동해산 오징어의 계군은 그 발생시기에 따라 주로 겨울, 여름, 가을의 3개 발생군으로 나뉜다(Hamabe, 1965). 겨울발생군은 동중국해에서 1~4월에 산란하여 쿠로시오 및 대마 난류역을 따라 북상하면서 성장하다가 동해에서 9월 말경까지 회유한 후 10~11월경부터 다시 남하하기 시작한다. 여름발생군은 5~8월경에 동해의 극히 한정된 일부 해역, 즉 주로 동해의 일본 연안측인 사도(佐渡)와 이끼(陰岐) 사이에서만 분포에서만 작은 산란군을 형성한다. 동해에서 가장 많이 어획되는 가을발생군은 9~11월에 주로 동해 남부 연안에서 구주서안에 이르는 해역에서 산란하며, 여름철에는 북위 45°~46°에까지 북상 회유한다.

동해에서 오징어의 분포·회유에 관하여는 지금까지 많은 연구가 수행되었고(박, 1962 ; 박과 임, 1967 ; 임, 1967 ; 김 등, 1997) 특히 해황과 어황과의 관계에 관한 연구로는 박과 허 (1977), 김과 이 (1981), 최 등 (1998) 등의 연구가 있었다.

한편, 어황을 분석함에 있어 선박을 이용한 관측에서 얻어진 해황자료만으로는 동해의 광역을 분석하기에는 관측 자료의 동시성 및 어획자료와의 관계 등에 관련하여 자료의 신뢰성 등과 같은 것에 그 한계

가 있으므로, 최근에는 동시성이 가장 좋다고 인정하고 있는 인공위성 원격탐사 자료를 이용하는 경우가 많아졌다. 특히 DMSP/OLS (Defense Meteorological Satellite Program/ Operating Linescan System)는 미국 공군 방위기상위성으로서 1970년 이후부터 야간에 불빛을 탐지하는 극궤도 위성으로 운용되었으며, 야간 유전지대, 산불, 조업어선 등과 같은 불빛을 감지하는데 탁월하다는 장점이 있다 (Elvidge *et al.*, 1999, 2001; Imhaff *et al.*, 1997; 김, 2002).

Cho *et al.* (1999, 2001)은 DMSP/OLS를 이용하여 일본 동북 태평양 연안역에서 위성에서 감지된 불빛과 어선분포 및 전선형성관계를 조사하였다. 한편, Kiyofuji *et al.* (2000)는 동위성자료를 이용하여 동해에서 오징어 어황과 해황분포를 조사한 바가 있다. 그러나 그 조사 기간이 짧고(1998~1999년), 시험적인 연구였으며, 또 표면수온과의 상관성에 관하여 논의한 것이므로 그 연구수법의 유용성에 대해서 충분히 검증하기는 어려웠다.

본 연구에서는 Kiyofuji *et al.* (2000)가 시도한 방법을 보다 장기간 (1992~2000년)에 걸쳐 적용하였으며, 동시에 표면수온뿐만이 아니라 오징어의 최적어획수심으로 알려진 50m에서의 수온변동과 위성자료와의 상관성에 대해 조사하였다. 특히 본 연구에서는 위성자료만으로 오징어 어장분포를 얼마나 추정할 수 있을까에 주목하여 조사하였다.

## II. 자료 및 방법

본 연구에서는 오징어 어장과 해황과의 관계를 조사하기 위하여 1993~2000년 기간동안 국립수산과학원 11개 정선 (102~107, 205~209) 격월자료 (2, 4, 6, 8, 10, 12월)와 일본기상청 4개 정선 (D, PM, F, G) 수온자료를 이용하였다 (Fig. 1). 국립수산과학원의 수온자료는 1995년 2월, 1999년 2월과 10월에 결측되었고 (Table 1), 일본기상청의 수온자료는 대체로 비정기적이었다 (Table 2). 본 연구에 사용된 위성자료 중 어장예측에 사용된 자료는 1992~2000년 기간의 DMSP/OLS 자료가, 해황과의 비교 분석에는 1993~2000년 기간의 MCSST ((Multichannel Surface Sea Temperature)자료가 사용되었다.

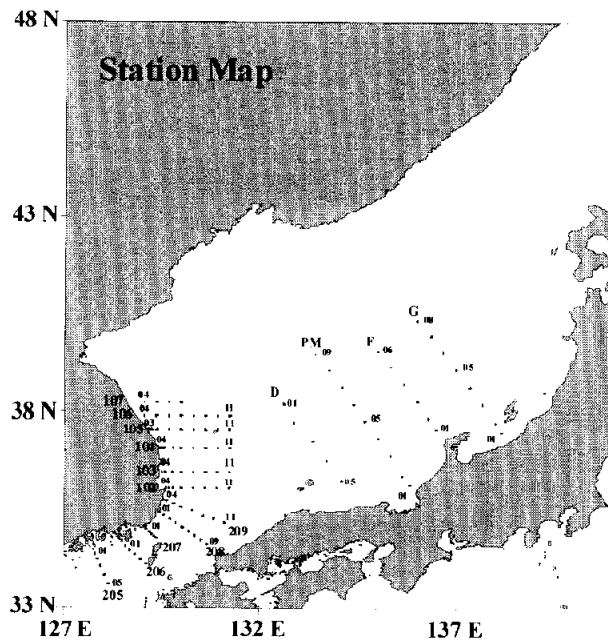


Figure 1. A map showing the study area (Dotted lines denote observation lines.).

Table 1. Observation period of each serial station carried out by NFRDI. Shaded columns represent period when field observation carried out

observation line	102	103	104	105	106	107	205	206	207	208	209							
Month	F	A	J	A	O	D	F	A	J	A	O	D	F	A	J	A	O	D
Year	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000									
102																		
103																		
104																		
105																		
106																		
107																		
205																		
206																		
207																		
208																		
209																		

Table 2. Observation period of each serial station carried out by JMA. Shaded columns represent period when field observation carried out

observation line	B			C			D			PM			F			G																				
	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D
Month	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	M	J	J	J	A	S	O	N	D
Year																																				
1992																																				
1993																																				
1994																																				
1995																																				
1996																																				
1997																																				
1998																																				
1999																																				

DMSP/OLS 위성자료 (1992~2000년)는 미해양대기국(NOAA)의 NGDC (National Geographical Data Center)자료로서, 일본농림수산연구소 (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Information Center, AFFR)에서 제공되었다. 자료처리는 본 연구해역에 해당되는 TeraScan 파일형식 (TDF)의 자료를 Terascan 2.6 프로그램을 이용하여 행하였다.

DMSP 위성은 지구표면의 기후를 모니터링 하는 극궤도 위성으로 6개 (OLS, SSM/I, SSM/T, SSM/T-2, SSMJ/4, SSIES)의 센서를 가지고 있으며 (Table 3), OLS센서의 특징은 Table 4와 같다 (Cho *et al.*, 1999).

Table 3. DMSP specification

Orbit	Sun-synchronous
Altitude	833km
Inclinaion angle	98.8°
Period	101min(14.1 rotation/day)
Sensor	OLS, SSM/I, SSM/T, SSM/T-2, SSMJ/4, SSIES

Table 4. OLS specification

Channel	Spectral range ( $\mu\text{m}$ )	Swath	Resolution(km)	
			Fine mode	Smooth mode
VNIR	0.5~0.9	3000km	0.55	2.7
TIR	10~13.4		0.55	2.7

OLS센서의 해상도는 fine mode가 0.55km, smooth mode가 2.7km이다. 또 가시밴드 (visible band)는 6bit로 digital number (DN)로 표현

하면 0~63의 값이며, 적외선 밴드 (8bit)의 경우는 0~255의 값이다 (Elvidge *et al.* 1999). 본 연구기간 중 일일 DMSP/OLS 위성의 매일자료는 총 2046 scene으로 2000년에 가장 많고 1992년에 가장 적었다 (Table 5). 자료수가 적은 것은 구름 및 태양광반사효과와 같은 noise 때문이다. 자료가 제공되지 않은 월은 공란으로 나타내었다.

Fig. 2는 DN을 사용하여 얻어진 영상을 보여준다. 최초의 자료 Fig. 2a에서 DN값을 높힐수록 영상이 선명해짐을 알 수 있다. 여기서는 DN 35이상의 값을 사용하여 얻어진 월 평균 영상 (Fig. 2c)을 이용하였다.

Table 5. Number of monthly mean composite imagery by DMSP/OLS

Month Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1992				3	4	2			6	7	2	12	36
1993	12	10	17	1	10	5	3	6	1	7	5	12	89
1994	13	13	13	10	1	14	11	7	3	12	8	9	114
1995		9	13	9	11	12	5	3	16	19	18	10	125
1996	14	10	5	3	11	8	10	4	12	15	12	18	122
1997				10	6	6	2	12	16	18	19	10	99
1998										20	31	34	85
1999	46				1	7	12	7	4	3	2	3	85
2000	23	34	17	21	14	3	23	15	31	48	7	32	268
Total	108	76	65	57	58	57	66	54	89	149	104	140	2046

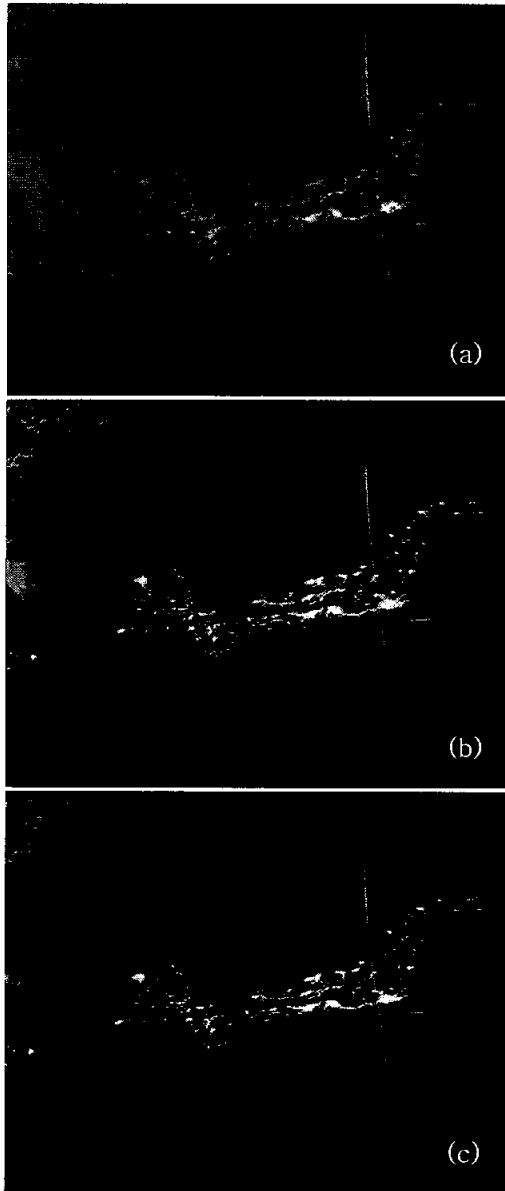


Figure 2. An imaging process for using a 36-digital number(DN)  
(a) an original state, (b) an image after removing values below 25 DN and (c) a final image used in this paper, using a values over DN 36.



위성원격탐사를 이용한 수온은 보통 해면에서 방출되는 열적외선을 이용하므로 주로 표층탐사에 한정된다. 그러므로 이들 자료를 이용하여 오징어어장과의 관계를 살피기 위해, 1993~2000년 기간동안 오징어의 주어획수층인 50m 수심의 현장관측수온과 위성자료로부터 추정된 50m 수심의 수온을 추정하여 양자의 관련성 정도를 조사하였다. 50m 수층의 수온을 추정하기 위해 사용된 MCSST 수온자료는 대략 1.1km의 공간해상도를 가지며, 그 Digital number (DN)는 0~255 (8bit)으로 표현되고 (Loveland *et al.*, 1991) 다음과 같은 경험식으로 산출된다.

$$\text{MCSST} = 0.15 \times \text{DN} - 2.1$$

수온 자료는 정선 관측 자료와 동일한 짝수 월을 기준으로 격월 간격으로 추출하여 선형회귀분석을 하였다. 아래에 주어진 상관계수 ( $R_{xy}(k)$ ) 값을 구하기 위해 현장관측수온의 자료가 존재하지 않는 구간은 위성수온자료 역시 제거하였다.

$$R_{xy}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y})^2}}$$

DMSP/OLS 위성자료로부터 추정된 오징어 어장의 분포 중심 및 분산정도는 조(1981)의 방법을 이용하여 구하였고, 어군 분포의 중심 ( $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ )은 어획된 해구의 중심점 (Long.  $X_i$ , Lat.  $Y_i$ )에 각 해구별 어획량을 가중하여 추정되었다.

$$(\bar{X}, \bar{Y}) = \left( \frac{\sum_i \text{Catch}_i \cdot X_i}{\sum_i \text{Catch}_i}, \frac{\sum_i \text{Catch}_i \cdot Y_i}{\sum_i \text{Catch}_i} \right)$$

어획위치 (경도.  $X_i$ , 위도.  $Y_i$ )에 대한 통계적 공동신뢰영역은 타원형 (ellipse)으로 표시하였고, 타원의 장축 ( $\lambda_1$ )과 단축 ( $\lambda_2$ )은 아래의 식과 같다.

$$\lambda_1 = 0.5 \cdot \{ s_1^2 + s_2^2 + \sqrt{(s_1^2 + s_2^2)^2 - 4 \cdot (s_1^2 \cdot s_2^2 - s_{12}^2)} \}$$

$$\lambda_2 = s_1^2 + s_2^2 - \lambda_1$$

여기서  $s_1$ ,  $s_2$  및  $s_{12}$ 는 각각 X, Y에 대한 표준편차 및 공분산이다.

또 타원의 방향성을 나타내는 장축, 단축의 기울기  $b_1$ ,  $b_2$ 는 아래와 같다.

$$b_1 = \frac{s_{12}}{\lambda_1 - s_1^2}, \quad b_2 = \frac{-1}{b_1}$$

오징어 회유는 월별 분산량과 공동신뢰영역의 나타내는 타원 방향성을 고려하여 추정하였다.

Fig. 3에 자료와 그 처리과정에 대한 흐름도를 나타내었다.

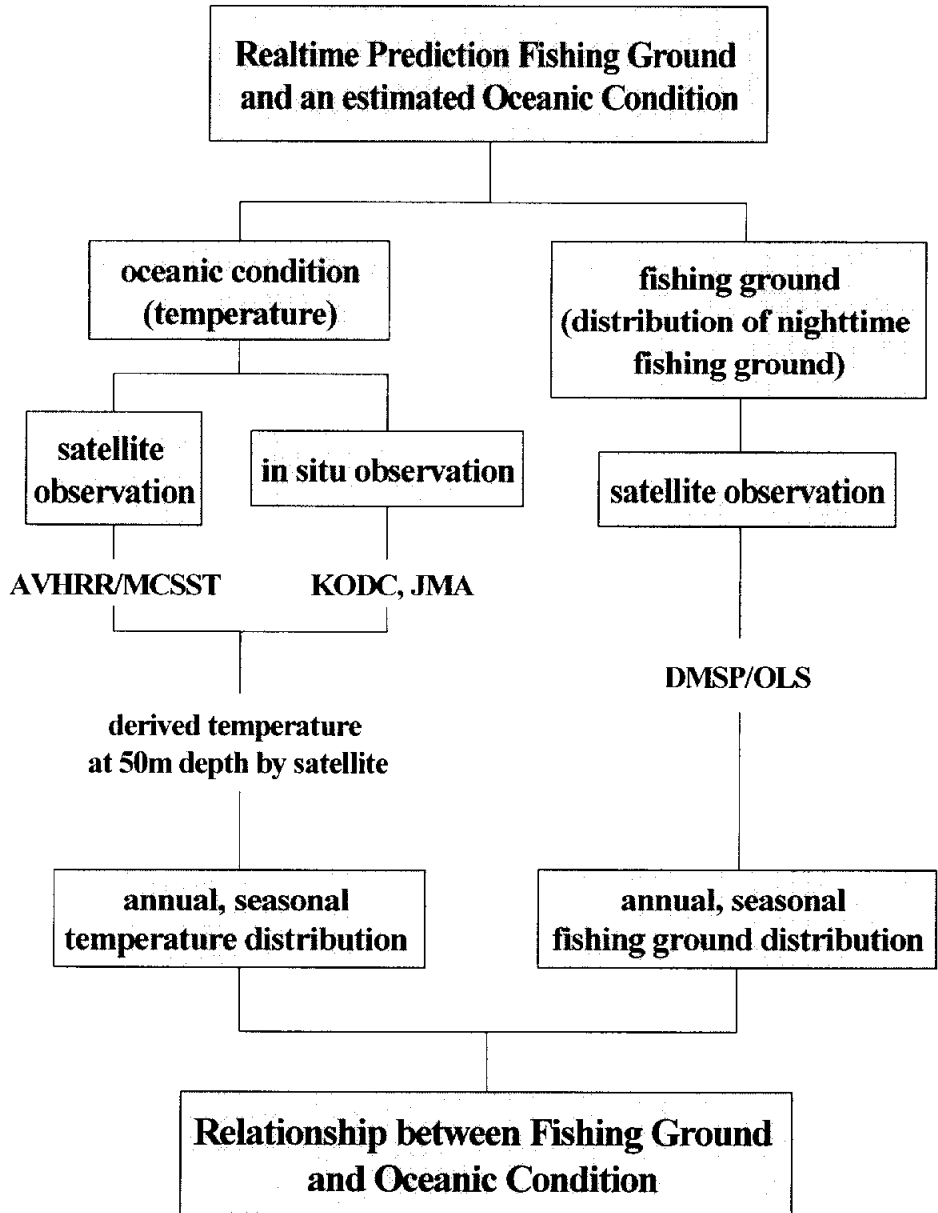


Figure 3. Flow chart of data process.

## Ⅲ. 결과 및 토의

### 3.1 야간조업어선의 분포변동

Fig. 4는 1992~2000년 동안 DMSP/OLS의 36이상 DN를 이용하여 야간 불빛의 분포변동(그림에서 흰 부분)을 나타낸 것이다. 야간 불빛의 분포를 오징어 조업어선의 분포로 볼 때, 1993년부터 한국 동해 연안역, 일본 북부 연안역 및 극전선역에서 조업어선의 분포가 급증함을 알 수 있다. 다만, 연구기간 중 1998~1999년은 일본 북부 연안에서 그 분포가 작았다. 특히 흥미로운 것은 1998년의 경우 전 세계적으로 강한 엘니뇨가 발생하여 한반도에도 그 영향을 미쳤던 해 (오, 2000)였으므로 오징어 어장에도 그 영향을 미쳤을 것으로 예상된다. 더구나, 최근 Hong *et al.* (2001)에 의하면 동해의 표면수온이 엘니뇨현상과 관계가 있다는 보고가 있어 이러한 추론을 가능하게 한다.

Fig. 5는 DMSP/OLS의 36이상 DN값을 이용한 월 합성자료를 나타낸 것이다. 불빛을 조업어장으로 볼 때, 1~3월 한국 동해 남서부해역에서 조업어장이 시작되어, 4월부터 점차 북쪽으로 이동하면서 5월에 대화퇴까지 어장이 확장된다. 6월에는 쓰가루 해협 근처까지 확장되었다가 7월에는 북해도 이북까지 그 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 10월에 최대 어장을 형성하며 11월부터 북해도 주변에 있던 조업어선들이 감소하기 시작하는 것을 볼 수 있다. 전체적으로 그 변동양상을 볼 때 대마난류의 계절적 변동과 밀접하게 관련되는 것으로 생각된다.

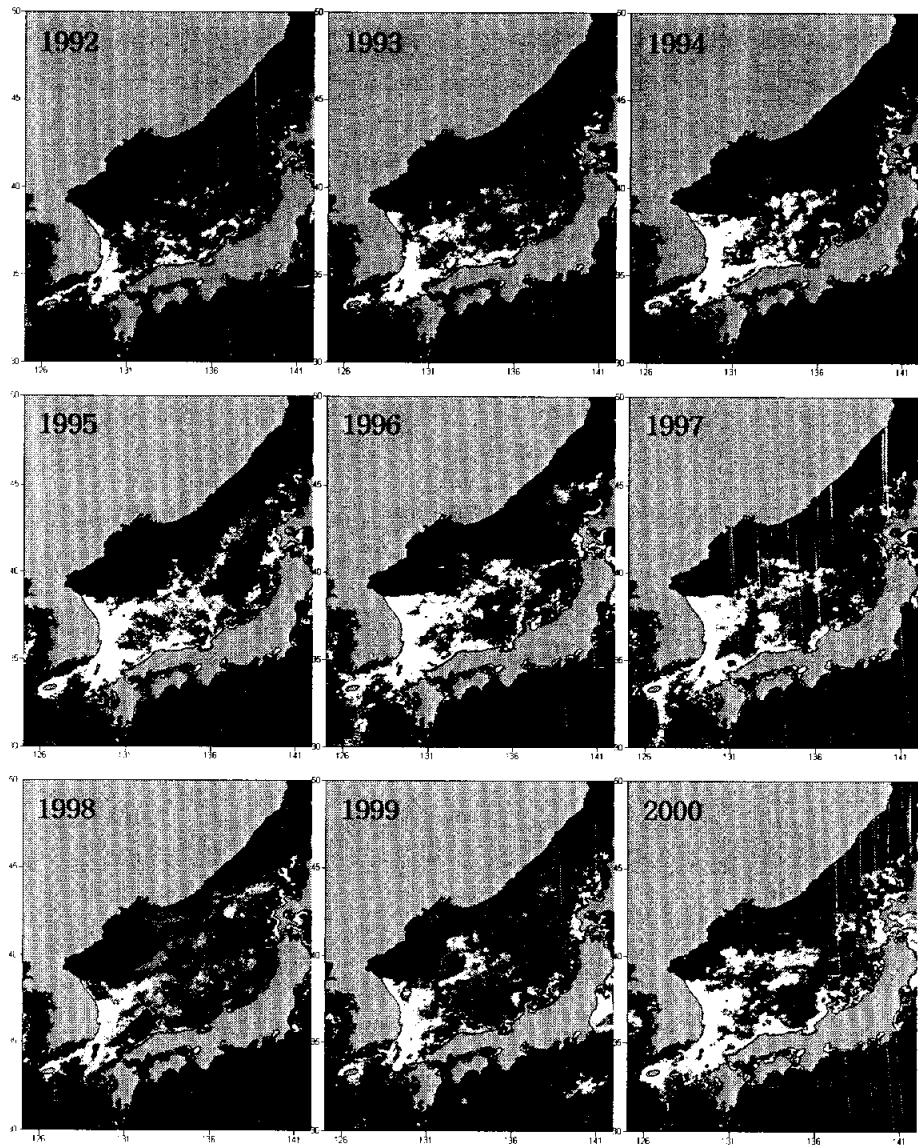


Figure 4. Annual fluctuation of common squid catches by the DMSP/OLS in East Sea from 1992 to 2000.

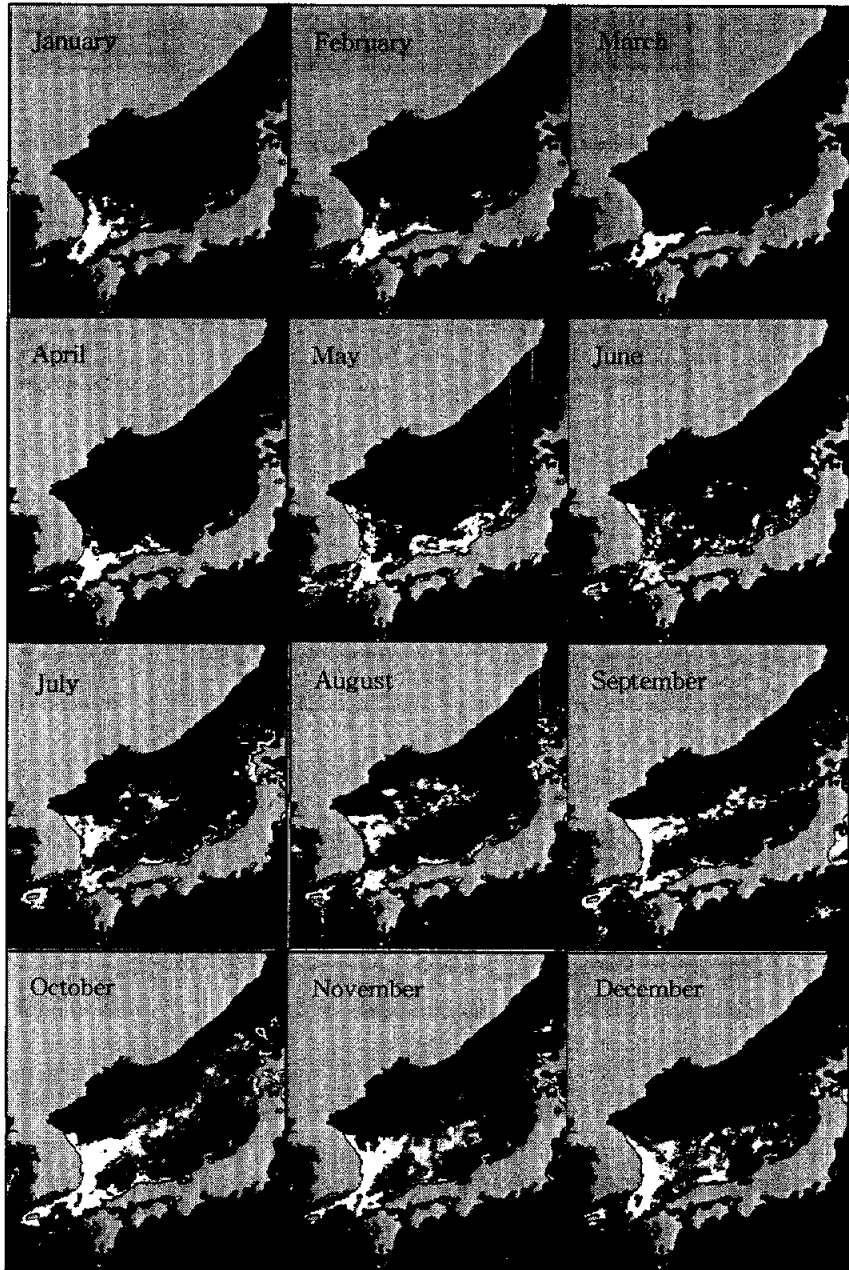


Figure 5. Monthly composition of DMSP-OLS imagery from 1992 to 2000.

Fig. 6은 채낚기 어업에 의한 오징어 어획량과 DN(DMSP/OLS)값의 년변동을 나타낸 것이다. 이들 사이의 변동경향은 대체로 비슷하고 Fig. 4에서 보여준 년변동과 유사한 경향을 보여주었다.

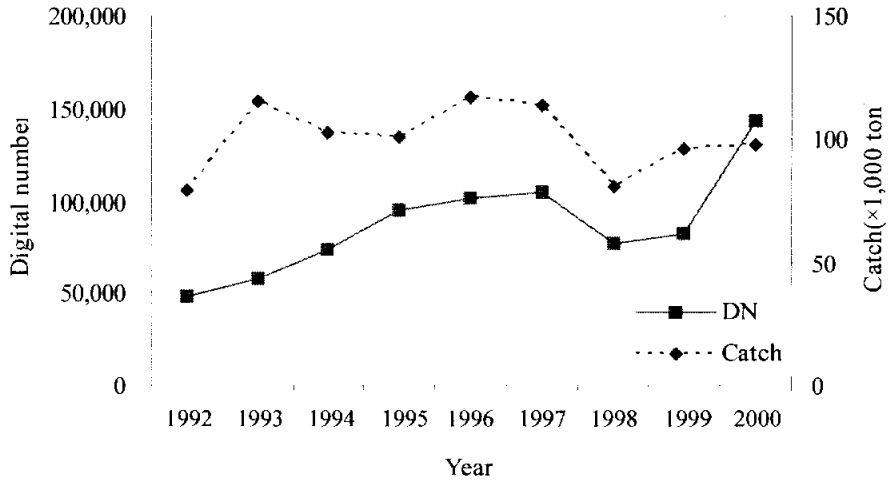


Figure 6. Annual fluctuation squid catches and digital number from 1992 to 2000 (R is correlation coefficient).

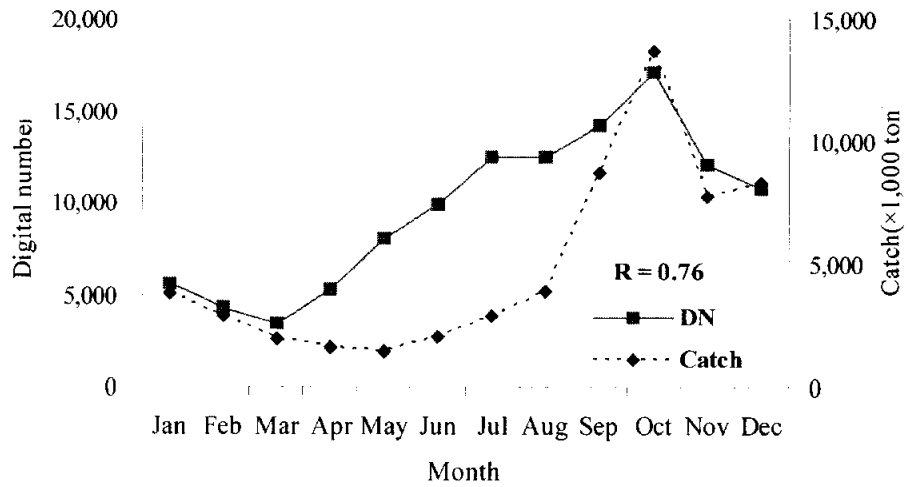


Figure 7. Monthly fluctuation squid catches and digital number from 1992 to 2000 (R is correlation coefficient).

한편, 이들의 월 변동 경향을 전체적으로 보면(Fig. 7), 겨울철(1~3월)에는 감소하다가 4월부터 증가하여 10월에 가장 큰 값을 보이고, 11월부터 다시 감소하는 경향을 나타낸다. 결과적 동기간 동안 오징어 어황을 볼 때, 동계에는 오징어가 적게 잡히는 한어기, 추계에 오징어가 가장 많이 잡히는 성어기임을 확인할 수 있다.



### 3.2 월별 오징어어장 중심

Fig. 8은 DMSP/OLS의 1992~2000년의 월평균자료를 이용하여 조업어선의 분포 중심을 나타낸 것이다. 중심어장은 겨울철(1~3월)에 대한해협(동경 129~132°, 북위 38~41° 해역)에 위치하였고 4월부터 울릉도, 독도 주변 극전선 해역으로 이동하였다. 즉 중심축은 남북으로 이동하는 경향을 보였다. 한편, 전 계절에 걸쳐 단축은 남동·북서방향, 장축은 남서·북동방향을 나타내고 있어 주어장의 분포역이 남서·북동 방향임을 알 수 있다. 특히, 장축의 길이는 겨울철에 짧고, 10월에 가장 길어 Fig. 7의 결과를 뒷받침하고 있음을 알았다.

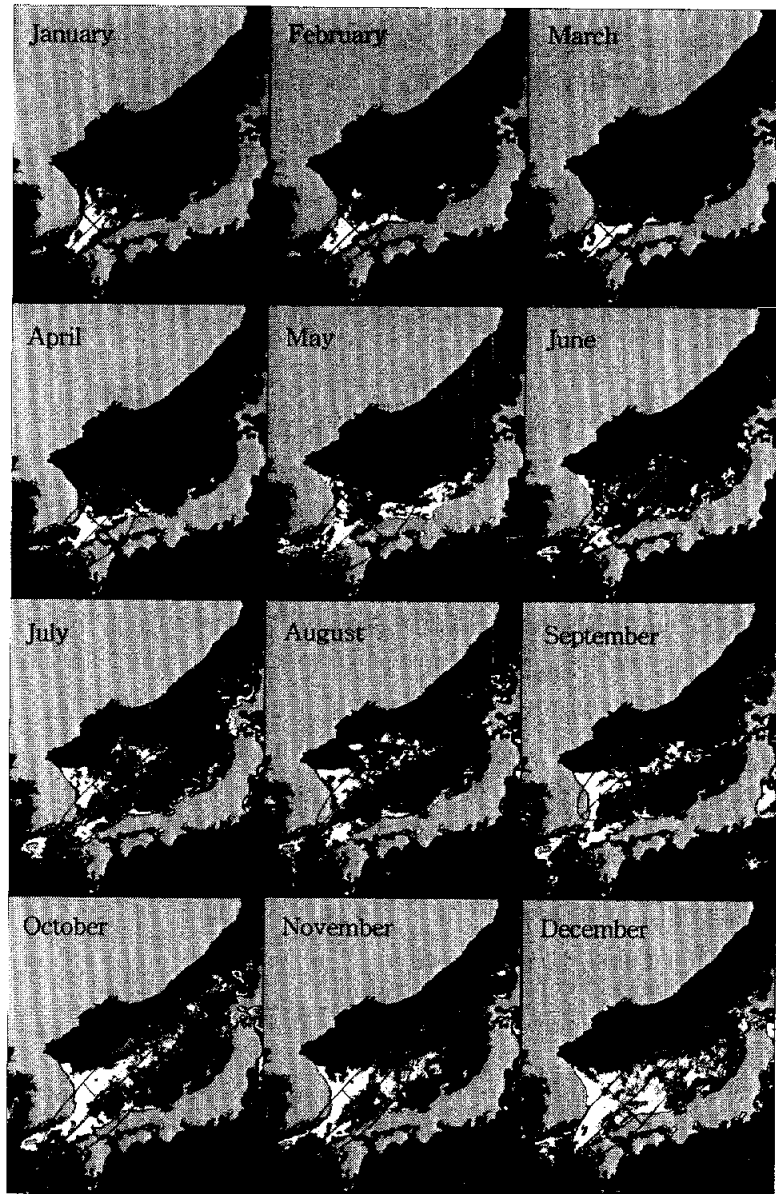


Figure 8. Geographic distributions of monthly estimated center of DN from 1992 to 2000.

### 3.3 해황(수온)

Fig. 9는 연구기간 중 NOAA/MCSST에서 계산된 위성표면수온과 현장관측표면수온과의 관련성을 보여준다. 회귀분석결과 얻어진 이들 상관계수는 0.91로써 상호 밀접한 관계가 있음을 보여준다. 이것은 위성표면수온이 관측표면수온을 잘 반영하는 것을 의미한다.

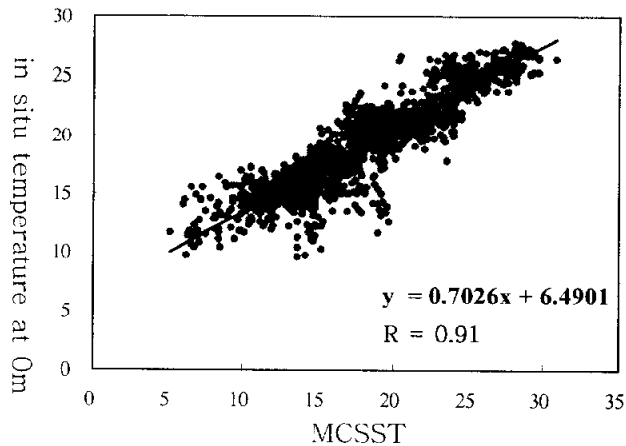


Figure 9. The relationship between multi-channel SST and in situ temperature at 0m (R is a correlation coefficient.).

한편, 이에 반해 위성표면수온과 50m수층의 현장수온과의 관련성을 보면(Fig. 10), 그 상관성( $R=0.29$ )이 매우 작게 나타나는데 이것은 Fig. 11에서 알 수 있듯이, 계절에 따른 상관성의 편차가 매우 크기 때문이다. 즉 10월부터 4월까지의 대체 0.52~0.59의 값을 보이거나 6월~8월 사이는 0.20~0.33의 범위를 보였다.

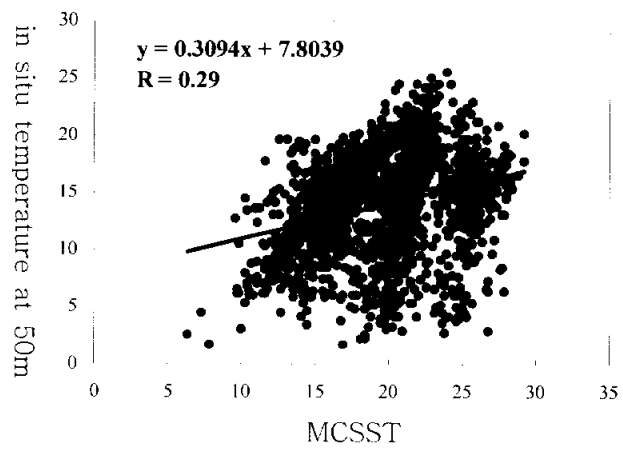


Figure 10. The relationship between multi-channel SST and in situ temperature at 50m (R is a correlation coefficient.).

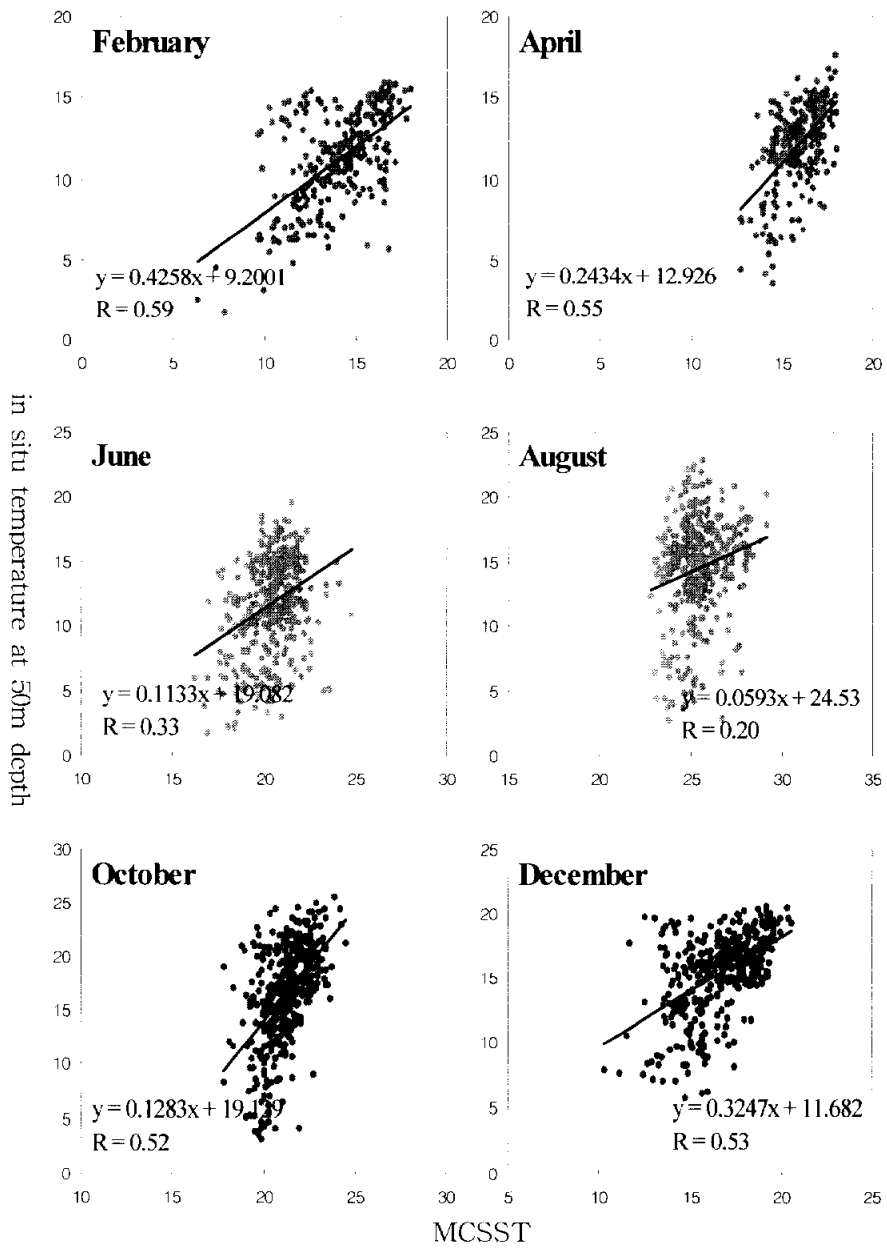


Figure 11. Bimonthly linear regression analysis between in situ temperature at 50m depth and temperature calculated from satellite imagery.

Fig. 12는 연구기간 (1993~2000년) 중 한어기인 2월 (좌도)과 성어기인 10월 (우도)의 위성표면수온과 50m 수층 수온과의 상관성을 보여준다. Fig. 12(a)는 전 해역에 대해, Fig. 12(b)는 외해역 (JMA 관측해역)에 대해 Fig. 12(c)는 한국 동해역 (KODC 관측해역)에 대해 각각 상관성을 보여준다. 한국 동해역 (0.51~0.74)에서 보다 외해역에서의 상관성 (0.80이상)이 상대적으로 높은 것이 주목된다. 이들 사이의 상관성의 대소는 수심별 수온변화의 선형성 대소를 의미하므로 주로 대마난류역인 외해역에서는 50m 이천해역이 수온변화폭이 작은 난수층에 해당된다고 할 수 있으므로 수심별 한국 동해역(KODC 관측해역)은 북한한류수의 남하와 관련 대마난류의 변동이 큰 해역이므로 표층수온과 50m층 수온과의 선형성이 상대적으로 작아져 그 상관성도 낮아지는 것으로 해석된다. 이에 반해, 한국 동해역 (KODC 관측해역)은 연안 냉수 등의 작은 출몰 (예를 들면, 북한 한류수의 남하)로 인해 외해역보다는 난류역의 수평분포변동이 큰 해역이므로 수심별 수온변동의 선형성이 상대적으로 작아 그 상관성도 낮아진 것으로 생각된다.

Fig. 13에서 보여주는 50m층 관측수온분포와 위성표면수온과의 관계를 보면 이 같은 추측을 뒷받침한다. 1993~2000년의 2월과 10월의 50m 위성추정수온 (Fig. 13(a), (b))은 한국 연안측에서는 관측수온보다 2~3℃ 정도 낮게 나타나고 있는데 반해 외해의 경우는 거의 유사한 분포를 보여주었다.

이들 사이의 표준편차분포 (Fig. 14)도 유사한 결과를 보여준다. 즉, 극전선역 (약 39°N부근) 및 한국연안역에서 표준편차 (3℃이상)가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 극전선역에서 편차가 큰 이유도 이 해역이 냉수, 난수의 경계역이므로 한국 동해 연안역에서와 유사하게 해수의 수온수평변동이 크기 때문이다. 따라서 이들 해역에서의 50m층 위성추정수온은 그 신뢰성이 다소 낮아진다.

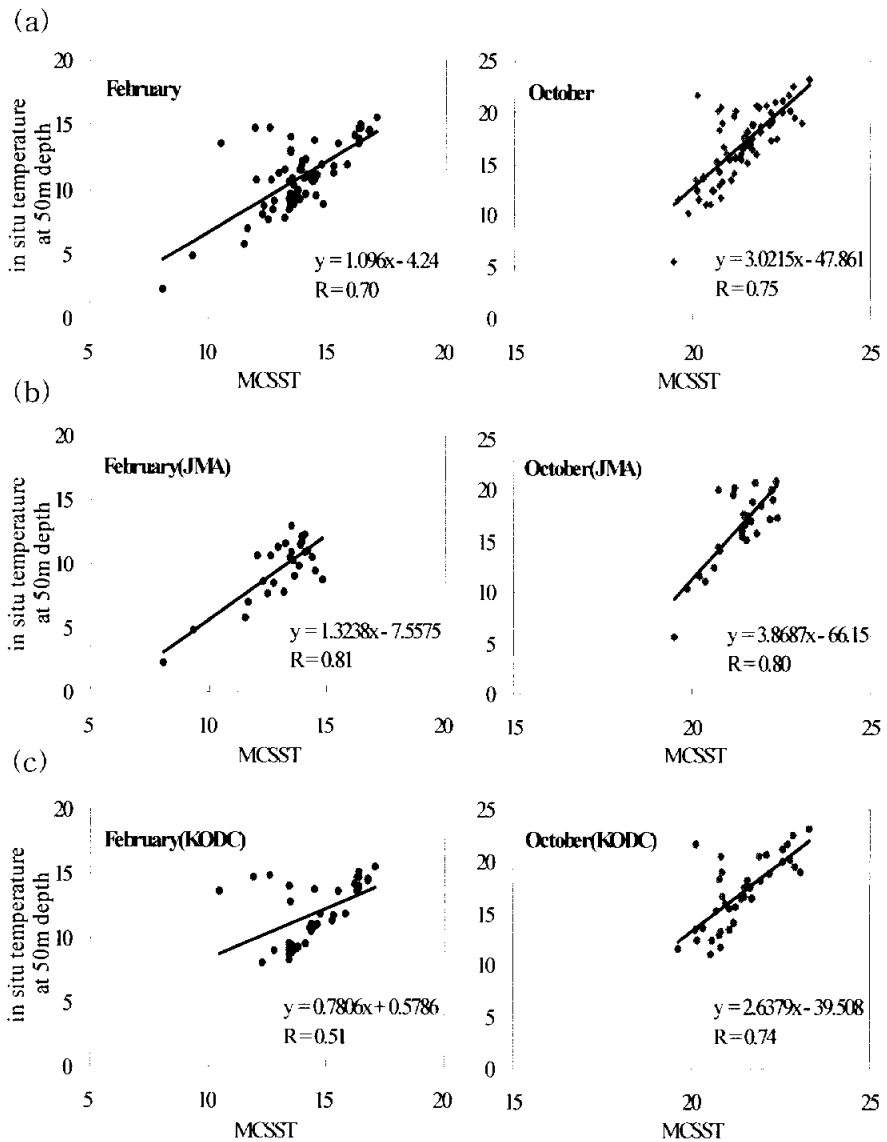


Figure 12. Bimonthly linear regression analysis between in situ temperature at 50m depth and temperature calculated from satellite imagery in February and October 1993~2000. (a) all temp. data of study area (b) temp. data of JMA (c) temp. data of KODC

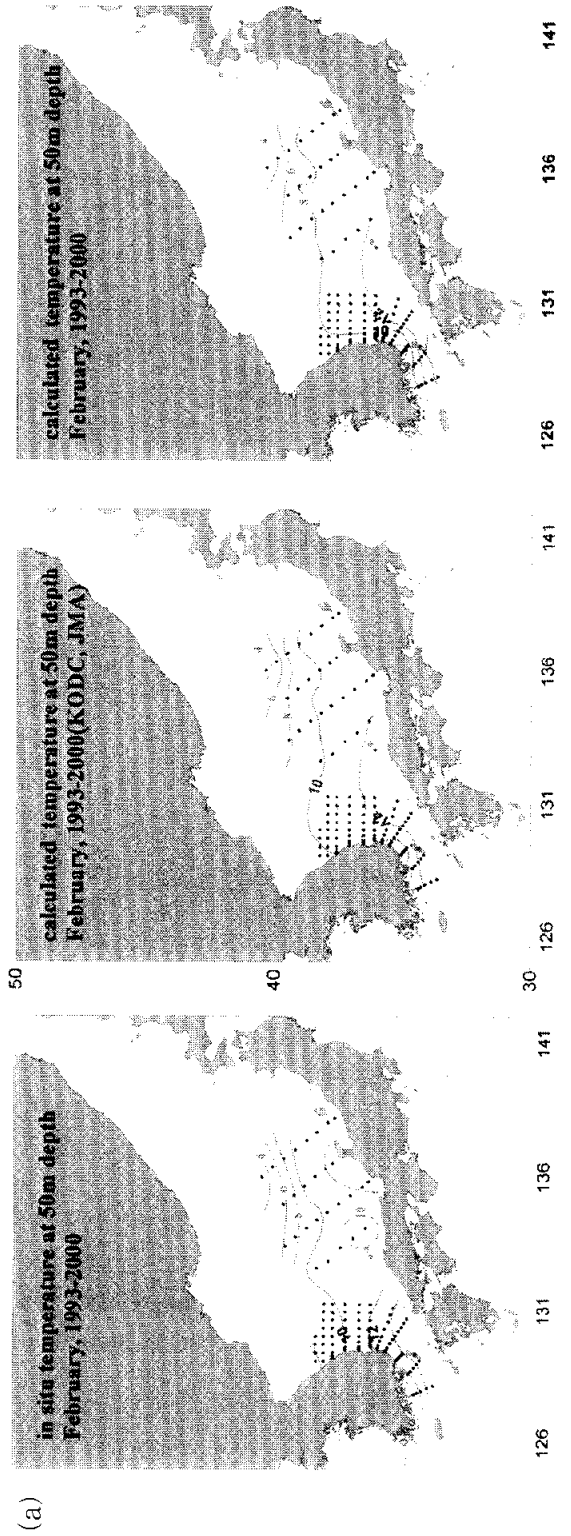


Figure 13. Horizontal distribution in situ temperature and calculated temperature by satellite at 50m depth in February(a) and October(b) from 1993 to 2000.



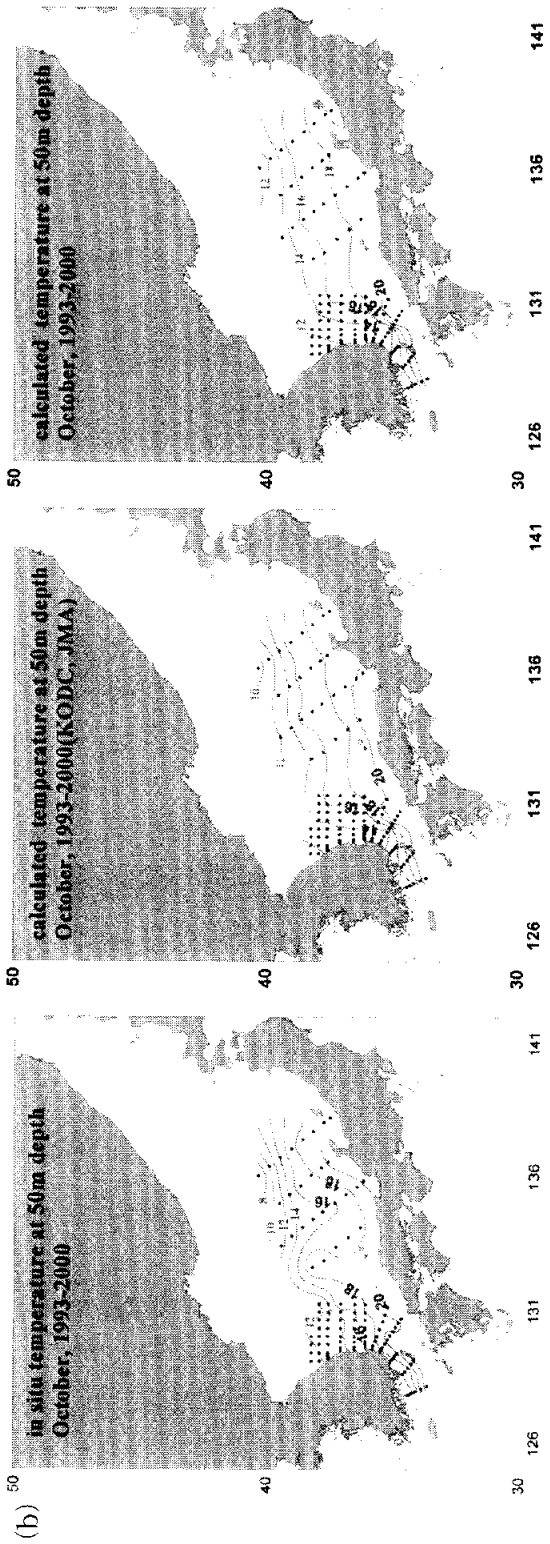


Figure 13, continued

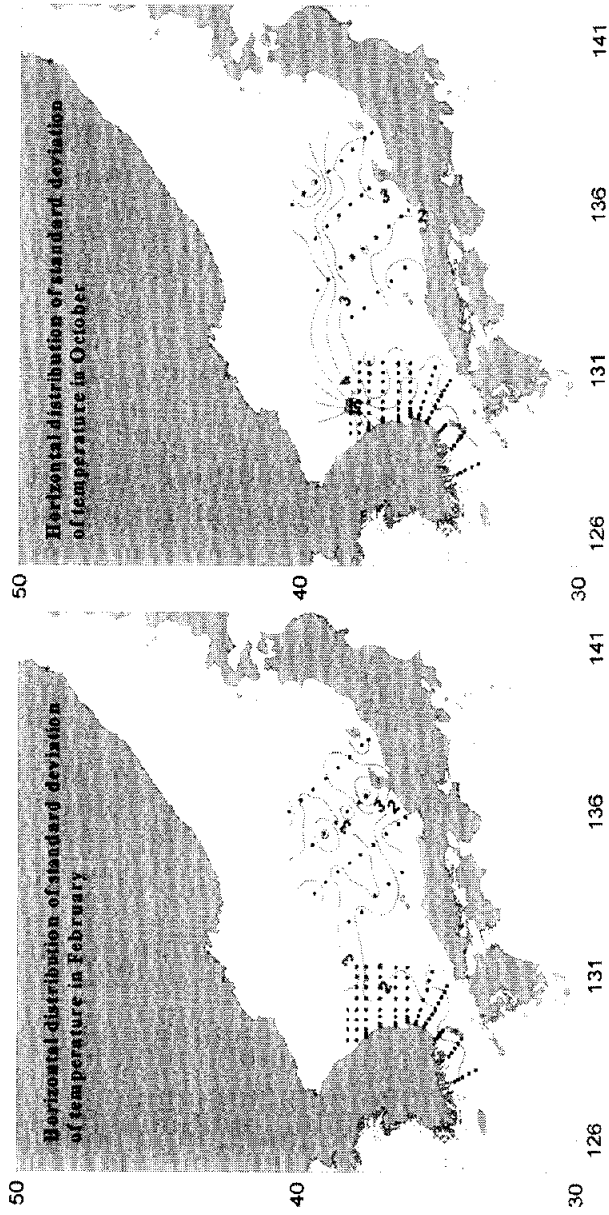


Figure 14. Horizontal distribution of standard deviation difference in situ temperature and calculated temperature by satellite at 50m depth in February and October from 1993 to 2000.

### 3.4 오징어 어장과 해황(수온)과의 관계

Fig. 15는 연구기간 중 한어기(2월)와 성어기(10월)의 수온분포를 살펴 보기 위하여 DMSP/OLS에 의한 불빛영상과 위성표면수온(MCSST)으로부터 추정된 50m 추정수온분포도를 나타낸 것이다. 한어기에는 대한해협 및 일본 북부 연안 12°C 이상의 해역에서, 성어기에는 일본 북부 20°C 이상의 해역, 한국연안 14~18°C의 해역 및 극전선역의 10~16°C 범위에서 주조업어장이 형성됨을 알 수 있다.

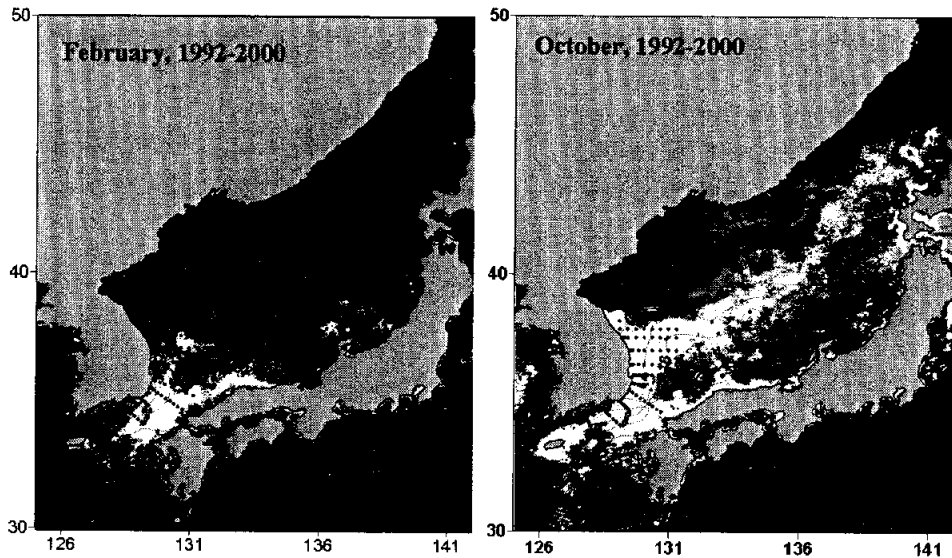


Figure 15. Relationship between DMSP/OLS light imagery and calculated temperature at 50m depth.

## IV. 결론

본 연구에서는 DMSP/OLS(불빛자료) 및 MCSST(수온자료)를 이용하여 오징어 조업어장분포변동을 추정하고자 하였다.

물론 DMSP/OLS의 Digital number(DN)은 야간 불빛강도를 나타내어 줄 뿐 직접적인 오징어 어장 정보(조업해역, 어획량)를 제공하는 것은 아니더라도 본 연구결과는 상당부분 오징어 어장분포변동과 관련성을 보여주었다. 그러나 수온의 수평변동이 큰 극전선이나 한국 동해 연안역은 위성추정수온(50m)의 신뢰성이 떨어짐으로 그 정도(精度)를 향상시키는 방법을 강구할 필요가 있을 것이다.

향후 DMSP/OLS로 감지하지 못한 해역에서 오징어어장이 형성되지 않는 것인지, 다만 조업이 이루어지지 않는 것인지를 밝히고, 지금까지 밝혀진 해황과 어황을 참고로 하여 어황이 많은 곳을 샘플해역으로 새로운 연구가 진행되어야 할 것이다.

## V. 요약

본 논문에서는 1992~2000년 기간 중 동해에서 인공위성에 의해 얻어진 야간 불빛분포자료와 위성표면수온으로부터 구한 50m층의 수온을 이용하여 동해에서의 오징어어장과 해황(수온)과의 관계를 조사하였다.

위성표면수온(MCSST)과 관측표면수온은 계절에 관계없이 높은 상관관계( $R=0.91$ )를 보였으나, 위성표면수온과 오징어 최적어획수심인 50m층의 관측수온과의 상관성은 해역에 따라 큰 차이를 보였다. 한국 동해역의 경우, 북한한류수의 남하로 표층수온과 50m층 수온과의 상관성(2월의 경우  $R=0.54$ , 10월의 경우  $R=0.74$ )이 낮게 나타났고 외해역은 대마난류역으로 혼합층의 깊이가 커져 수온약층형성 수심도 깊어지므로 표층과 50m층의 상관성(2월의 경우  $R=0.81$ , 10월의 경우  $R=0.8$ )이 높게 나타나 위성수온으로 50m층의 수온을 추정할 수 있었다.

야간불빛분포와 50m층 위성추정수온과의 관계를 근거로 얻어진 오징어의 주어장과 이들 어장의 수온분포는 다음과 같다. 즉 한어기(2월)에는 대한해협부근 및 일본 북부 연안역에 주어장이 형성되었으며, 어장수온은 약  $12^{\circ}\text{C}$  이상이었으며, 성어기인 10월에는 극전선역, 한국 연안역 및 일본 북부연안역에 주어장이 형성되었으며, 어장수온범위는 각각  $10\sim 16^{\circ}\text{C}$ ,  $14\sim 18^{\circ}\text{C}$  이상,  $20^{\circ}\text{C}$  이상이었다.

본 연구결과는 인공위성불빛자료를 이용하여 오징어 어장 분포역을 추정할 수 있는 가능성을 시사한다.

## V. 참고문헌

- 강기홍, 2002. 동해에서의 오징어 어황과 해황과의 관계. 부경대학교 대학원 이학석사 학위 논문.
- 강용균, 김복기, 승영호, 19 . 한반도 근해 표면 수온의 시계열적 예측.
- 국립수산과학원 동해수산 연구소, 1992~2000. 동해 오징어의 漁況 特徵. 동수연 해양자원조사보고.
- 김대현, 1998. 동해 극전선 해역의 수괴 및 해류. 부경대학교 대학원 이학석사 학위 논문, pp. 1~2.
- 김봉안, 조영조, 김전풍, 임기봉, 김복기, 홍승현, 19 . 서해산 오징어의 어장과 해황조건. 국립수산과학원 수진연구보고, vol. .
- 김상우, 제등성일, 김동선, 2002. 위성원격탐사에 의한 동한나류 주변 해역의 색소농도 공간적 분포, 한국수산학회지, vol. 35(1), 265~273.
- 김영혜, 강용주, 1998. 한국 해역에 분포하는 오징어의 뱃내용물 분석. 한국수산학회지, vol. 31(1), 26~30.
- 김영혜, 강용주, 1995. 韓國海域에 分布하는 오징어의 系群分析, I. 群의 分離. 한국수산학회지, vol. 28(2), 163~173.
- 박종화, 최광호, 이주희, 1992. 寒國東海岸 오징어 海況豫測에 關한 研究. 한국어업자원학회지, vol 28(4), 327~336.
- 박종화, 최광호, 이주희, 1998. 여름철 동해안 연안 냉수와 오징어 어황과의 관계. 한국어업기술학회지, vol. 34(2), 150~161.

- 박종화, 1998. 東海 오징어 漁況 變動에 關한 研究. 부경대학교 대학원 수산학박사 학위논문.
- 부경대학교 1종 도서연구 개발 위원회, 1984. 고등학교 수산업. pp. 152~153.
- 양영진, 김상현, 노홍길, 정동근, 1999. 한국 남·서해 및 동중국해 북부 해역에 출현하는 표층수온전선과 선망어장과의 관계. 한국수산학회지, vol. 32(5), 618~623.
- 이생동, 손용수, 김용철, 19 . 한국 동해산 오징어의 연진분포에 관한 연구. 국립수산과학원 수진연구보고, vol.
- 정창식, 1989. 원격탐사(Remote Sensing)의 수산, 해양에 대한 연구. 부산수대연보, vol. 29(1~2), 103~108.
- 조규대, 1981. 東支那海의 海況과 先望漁場의 分布, 變動에 關한 探究. 한국수산학회지, vol. 14(4), 239~252.
- 최광호, 황선도, 김주일, 1997. 한국 연근해 오징어의 어황 특성, I. 해양환경의 변동에 따른 오징어의 분포. 한국수산학회지, vol. 30(4), 513~522.
- 최영민, 2003. 한국 연근해 고등어의 자원평가 및 어업관리. 부경대 대학원 수산학 박사 학위논문, pp. 10~13.
- 최용규, 1994. 東海固有水의 海洋學的 特性. 부경대 대학원 이학박사 학위논문, pp.2~9, 73~84.
- Christopher D. Elvidge, Marc L. Imhoff, Kimberly E. Baugh, Vinita Ruth Hobson, Ingrid nelson, Jeff Safran, John B. Dietz,

- Benjamin T. Tuttle, 2001. Night-time lights of the world : 1994-1995. ISPRS J. of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 56, 81~99.
- Guillermo P. Podesta, Joan A. Browde, John J. Hoey, 1993. Exploring the association between swordfish catch rates and thermal fronts on U.S. longline grounds in the western North Atlantic. Continental Shelf Research, vol. 13, 253~277.
- John R. Jensen, 2002. 환경원격탐사, pp. 2~32.
- Hidetaka Kiyofuji, Sei-ichi Saitoh, Yasunari Sakurai, Tsukasa Hokimoto, Kunisaburo Yoneta, 2001. Spatial and temporal analysis of fishing fleet distribution in the southern Japan Sea in October 1996 using DMSP/OLS visible data. Fishery GIS Research Group, 178~185.
- K. Cho, R. Ito, H. Shimoda, T. Sakata, 1999. Fishing fleet lights and sea surface temperature distribution observed by DMSP/OLS sensor. INT. J. Remote sensing, vol. 20, 1, 3~9.
- Michael D. Sumner, Kelvin J. Michael, Corey J.A. Bradshaw, Mark A. Hindell, 2003. Remote sensing of southern Ocean sea surface temperature : implications for marine biophysical models. Remote Sensing of Environment, vol. 84, 161~173.
- Robert R. Sokal, F. James Rohlf, Biometry, The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. pp. 593~601.
- Y. Sakurai, H. Kiyofuji, S. Saitoh, J. Yamamoto, T. Goto, K. Mori, T. Kinoshita, Stock fluctuations of the Japanese common



squid, *Todarodes pacificus*, related to recent climate changes.

Young S. Kang, Jin Y. Kim, Hak G. Kim, Jong H. Park, 2002.  
Long-term changes in zooplankton and its relationship with squid, *Todarodes pacificus*, catch in Japan/East Sea. *Fisheries Oceanography*, vol. 11:6, 337~346.

Y. Sakurai, H. Kiyofuhi, S. Saitoh, T. Goto, Y. hiyama, 2000.  
Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus*(Cephalopoda : Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. *ICES Uournal of Marine Science*, vol. 57, 24~30.