

## 漁場에 있어서의 漁船管制시스템 構築을 위한 模擬實驗

裴 文 基 · 辛 亨 鎰

부경대학교

(2000년 7월 18일 접수)

# The Simulation for the Organization of Fishing Vessel Control System in Fishing Ground

Mun-Ki Bae and Hyeong-II SHIN

Pukyong National University

(Received July 18, 2000)

### Abstract

This paper described on a basic study to organize fishing vessel control system in order to control efficiently fishing vessel in Korean offshore. It was digitalized ARPA image on the fishing processing of a fleet of purse seiner in conducting fishing operation at Cheju offshore in Korea as a digital camera and then simulated by used VTMS. Futhermore, it was investigated on the application of FVTMS which can control efficiently fishing vessels in fishing ground.

The results obtained were as follows ;

- (1) It was taken 16 minutes and 35 minutes to casting and hauling net in fishing processing respectively. The length of rope pulled by scout boat was 200m, tactical diameter in casting net was 340.8m, turning speed was 6kts as well.
- (2) The processing of casting and hauling net was moved to SW, NE as results of simulation when the current direction and speed set into NE, 2kts and SW, 2kts respectively. Such as these results suggest that can predict to control the fishing vessel previously with information of fishing ground, fishery and ship's maneuvering, etc.
- (3) The control range of VTMS radar used in simulation was about 16 miles. Although converting from a radar of the control vessel to another one, it was continuously acquired for the vector and the target data. The optimum control position could be determined by measuring and analyzing to distance and direction between the control vessel and the fleet of fishing vessel.
- (4) The FVTMS(fishing vessel traffic management services) model was suggested that fishing vessels received fishing conditions and safety navigation information can operate safely and efficiently.

緒 論

선박이 대형화되고 고속화됨에 따라 인간의 해상활동은 더욱 활발해지고 그로 인한 선박의 해난 사고는 더욱 증가하게 되었으며, 더욱이 이러한 해난사고로 인한 해양환경오염 문제는 날로 심각해지고 있다.

특히 우리나라 연근해 어장이나 양식어장 등에는 많은 어선들이 조업하고 있을 뿐만 아니라 어장 주변을 항행하고 있는 선박들도 상당히 밀집되어 있어 해난사고의 위험이 많다. 이러한 어장에서는 충돌, 좌초 등의 사고로 인해 인명사고, 파망사고, 또 그에 따른 경제적 손실 등이 발생하므로 선박의 안전이 각별히 요구되고 있다.

또한, 우리나라는 일본과 함께 배타적경제수역 (EEZ)을 선포함에 따라 자국 수역 내의 어장을 타국의 어선으로부터 보호해야 하는 입장에 처하게 되었으며, 더욱이 총허용어획량(TAC)제도를 일부 어종에 대해 적용하는 등 정부의 자원보호 정책이 계속되고 있어 어장 환경의 보호와 효율적인 어장·어선의 관리를 위한 대책이 수립되어야 한다.

전세계적으로 연안역 통항선박의 교통관제(VTS) 체계는 영국을 시작으로 세계 각국의 중요한 항구에 설치 운용 중에 있으며, 국내에서도 포항항을 시작으로 인천항, 여수항, 마산항, 목포항, 부산항, 울산항 등에 설치하여 운용중에 있고 최근에는 연안역 통항선의 관제시스템에 대한 개발을 서두르고 있다. 해상교통관제에 대한 연구로는 Young(1994), Anthony(1995), Ingo(1995), 飯島幸人(1975, 1986), 藤井弥平·山内宏之(1978) 등이 있고, 국내에서는 李(1996), 鄭 등(1998), 朴 등(1999)의 연구가 있으나 어장에서의 어선 조업에 대한 관제와 관련된 연구는 아직 없다.

본 연구는 한국 연근해에서 조업하고 있는 어선을 효율적으로 관리할 수 있는 어선관제시스템의 구축을 위한 기초자료를 얻고자 제주도 성산포항을 거점으로 하여 조업중인 대형선망어선단의 본선에서 사용하는 레이더의 영상을 디지털 카메라로 촬영하여 선단조업과정에 대한 디지털 신호를 3.5inch 플로피디스크에 수록하였고, 수록된 신호를 데스크톱 컴퓨터로 읽어들이 이미지를 보정하

고 분석하였다.

또한, 분석한 조업자료를 선박관제용 VTMS를 이용하여 제주도 북동쪽 연안에서의 대형선망어선단의 어선교통관제시스템(FVTMS)에 대하여 모의실험을 하고 그 결과를 검토하였다.

資 料 및 方 法

1. 大型旋網漁業의 操業現況과 操業資料蒐集實驗海域

현재 우리나라의 대형선망어업은 한 선단을 본선 1척, 등선 2~3척 그리고 운반선 2~3척 등 총 5~7척으로 구성하여 선단조업을 하고 있으며, 1999년 10월 현재 총 33통이 조업을 하고 있다.

어기는 연중이며, 조업은 낮에 밀집된 어군을 발견한 때에는 낮에도 하는 경우가 있으나, 대부분의 경우는 밤에 집어등으로 어군을 유도하고 밀집시켜 조업하고 달이 밝은 보름을 전후한 4~5일간의 월명기에는 조업을 하지 않는다.

1일 조업횟수는 어군의 양에 따라 다르나 일반적으로 2~3회 조업하며, 1회 투망 소요시간은 약 5~10분, 양망소요시간은 약 35~50분 정도로 총 40~60분이 소요된다.

야간에 이루어지는 집어 투망인 경우 본선과 등

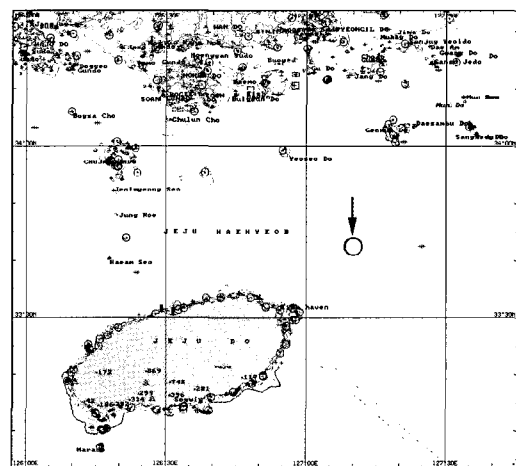


Fig. 1. Location of the fishing ground adopted to the subject of FVTMS simulation.

선 2~3척이 어담하여 적정어군이 발견되면 등선이 집어하여 충분한 농밀어군이 되었을때 본선이 투망을 시작한다. 투망시에는 등선 한척이 앞잡이배가 되어 고삐줄과 쥘줄의 끝을 잡고 있고, 본선은 뜰줄 길이의 약 1/3 정도 되는 직경을 가지는 원을 그리면서 우회전하여 투망을 한다. 투망이 완료되면 앞잡이배는 고삐줄과 쥘줄을 본선으로 건네고 본선이 우현쪽으로 기울지 않도록 좌현에서 끌어준다. 본선은 쥘줄원치로 쥘줄을 감아들인 후 양망기로 양망을 시작한다. 양망이 완료되면 어획물 수납을 위해 운반선이 본선의 우현쪽에서 버릿줄로 연결하고 뜰줄을 감아 올려 쪽대나 반디그물을 이용하여 어획물을 수납한다. 운반선은 어획물의 양에 따라 2척 또는 3척까지 어획물을 수납한다.

대형선망어업은 제주도를 중심으로 하는 반경 약 60mile 이내의 수심 80~120m, 사니질의 저질에서 주로 조업을 하며, 여기에 따라 많은 이동을 하며 조업을 한다.

조업자료는 1985~1996년 사이에 연평균 어획량이 가장 많고 조업선단간의 밀도가 조밀한 제주도 성산포로부터 북동쪽으로 24mile 떨어진 Fig. 1과 같은 위치(33°43'.60N, 127°09'.00E)에서 수집하였다.

실험당시 조업선들은 주간에 성산포항에서 정박하고 있다가 야간에 주로 조업을 하고 있었으며, 기상은 풍향이 NW, 풍속이 5m/sec였고, 파도가 약간 있는 편이었다.

## 2. 實驗裝置

FVTMS(fishing vessel traffic management services)는 Fig. 2와 같이 구성하였으며, 선망조업 실선실험자료는 본선(제308동원호)에서 사용하는 ARPA(Nucleus2, 6000A) 화면의 영상을 디지털 카메라(Sony, MVC-FD88)로 촬영하여 플로피디스크에 저장하였고, 모의실험은 실험실에서

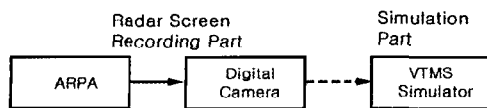


Fig. 2. Block diagram of the FVTMS simulation.

VTMS(TRANSAS MARINE)의 Navi-Traffic 기능을 이용하였다. Navi-Traffic ODU(online display unit)의 구성은 Fig. 3과 같고, 실험에 사용된 장치의 제원은 Table 1과 같다.

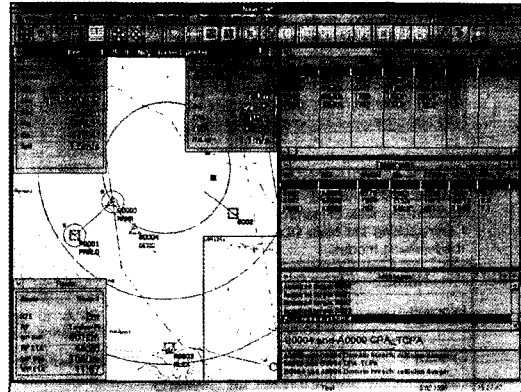


Fig. 3. Configuration of Navi-Traffic ODU.

Table 1. Specification of the experimented equipments

Equipments	Specifications
Radar (Nucleus2, 6000A)	Frequency : 9,410MHz PRF : 3,000Hz H. beam angle : 1.2° Pulse length : 0.07μs(short), 0.28μs(media), 0.9μs(long) Antenna height : 6m
Digital still camera (SONY, MVC-FD88)	Lense : f=4.75 - 38mm Data format : MPEG-1(Movie) JPEG(still) Store device : Floppy Disk(3.5") Display : 2.5" TFT
VTMS (TRANSAS MARINE)	CPU : Pentium 200MHz RAM : 64MB Display : SAMSUNG SyncMaster 20GLsi Resolution 1280×1024pixel Software : Navi-Traffic

## 3. 實驗方法

### 1) ARPA 영상의 수집 및 판독

대형선망선단의 조업과정은 본선의 ARPA 화면의 전면부에 디지털 카메라를 삼각대로 고정시켜 화면에 나타난 영상을 투망단계에서부터 양망

후 어획물수납 완료시까지 30초 간격으로 촬영하여 플로피디스크(3.5inch)에 JPG 포맷의 그래픽 파일로 저장하였다. 저장된 이미지는 1024×768pixel로서 플로피디스크 한 장에 14개의 파일로 저장하였다.

저장된 플로피디스크의 이미지는 Fig. 4와 같으며, 영상판독을 용이하게 하기 위해 Fig. 5와 같이 Photoshop 5.5 프로그램을 사용하여 gray scale로 변환시키고, 이미지를 반전, 콘트라스트, 레벨

등으로 보정하여 본선의 선수방위, 속도, 경·위도 등과 타선의 상대방위와 거리를 파악하였다.

실험시 관측 대상이 된 선박은 동원식품 소속 동원호선단의 제308동원호(본선), 제27동원호(등선), 제28동원호(등선), 제306동원호(운반선)이었으며, 그 주요제원은 Table 2와 같다.

2) 실선조업에 대한 모의실험

FVTMS 구성을 위한 기초단계로서 어로과정을 분석하고 검토하기 위해 ARPA 영상을 판독한 후 얻어진 각 선박의 위치를 이용하여 VTMS 시뮬레이션 프로그램으로 구동시키고 실선조업자료를 입력하여 표본으로한 선망어선단의 조업과정을 그대로 재현시켜 분석, 검토하였다.

한편, 어선관제시스템에 있어서는 육지와 멀리 떨어져 조업을 하는 경우가 빈번하기 때문에 근해어업인 경우, 레이더 탐지거리의 한계로 인해 육상에서의 관제가 어렵게 된다. 이러한 경우 관제시스템을 설치한 선박을 관제선으로 정하여 어장 근처에서 직접 관제를 하거나, 육상으로 정보를 전달하게 하는 방법이 요구되어진다.

실험에서는 레이더를 장착한 임의의 관제선을 두었고, 시뮬레이션 동안은 움직임이 없는 것으로 하였다. 그리고 조업선들에게 방해를 주지 않으면서 멀리 떨어지지 않도록 그 관제위치는 어장에서 남쪽으로 1.5mile 떨어진 33°42'.00N, 127°09'.00E에 두었다.

3) 집단조업선단의 조업시나리오 작성과 관제선의 관제범위 설정

집단어선단의 조업시나리오는 대형선망선단의 실선추정자료를 바탕으로 현재 우리나라 제주도 연근해에서 실제 조업하고 있는 경진호 선단(A), 금성호 선단(B), 광덕호 선단(C), 명진호 선단(D), 대우호 선단(E) 등의 5개 조업선단을 구성하여 1시간 동안 관제선에서 각 어선의 움직임을 레이더

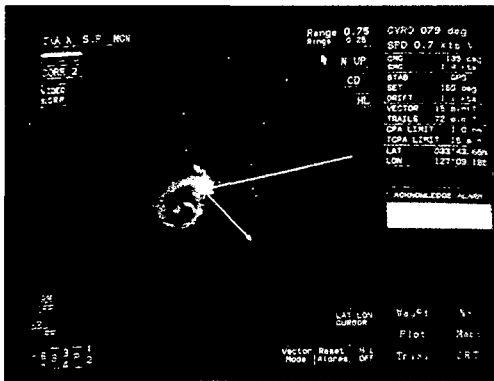


Fig. 4. Radar image by digital camera before adjusting.

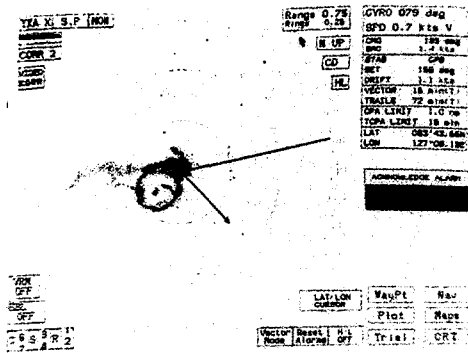


Fig. 5. Radar image by digital camera after adjusting.

Table 2. Specification of the experimented ships

Item	Ship's name	Gross Ton.	Length(m)	Width(m)	Draft(m)
Purse seiner	No.308 Dongwon	129.00	32.30	7.30	3.00
Scout & light boat	No. 27 Dongwon	59.00	28.92	5.20	2.55
Scout & light boat	No. 28 Dongwon	56.55	25.50	4.70	2.15
Fish carrier	No.306 Dongwon	259.37	39.81	7.20	3.50

영상으로 나타나게 하였고, 그 레이더 영상을 실시간으로 추적하여 포착된 목표물의 움직임을 벡터로 나타나게 함으로써 집단 어선단의 시뮬레이션 성능을 파악하였다. 관제 대상조업선단의 제원은 Table 3과 같으며, 조업 시나리오는 A, B, C, D, E 각 선단의 본선, 앞잡이배, 집어선 그리고 운반선이 한 어장에서 일정한 거리를 두고 동시에 조업하는 것을 가정하여 구성하였다.

한편, 관제선의 레이더 최대탐지거리와 그 거리를 벗어난 경우에 다른 관제선의 레이더로 전환했을 때를 알아보기 위해 33°35' N, 127° 10' E의 관제선 C<sub>1</sub>으로부터 180°, 30mile 떨어진 33° 05' .00N, 127° 10' .00E에 레이더를 장착한 관제선 C<sub>2</sub>를 구성하였다. 그리고 C<sub>2</sub>의 관제범위를 벗어나 C<sub>1</sub>으로 이동하는 크기가 다른 5척의 선박을

가정해 보았으며, 선박들의 침로는 000°, 속력은 11kts로 모두 일정하게 하였다. 실험에서 사용된 레이더의 제원은 Table 4와 같다.

## 結果 및 考察

### 1. ARPA 映像에 의한 旋網操業過程의 分析

투망시의 ARPA 영상을 보정한 이미지를 본선

**Table 4. Default value of the radar on the system**

Specification	Value
Pulse repetition frequency(PRF)	3,000 Hz
Resolution	4,096 (12bit)
Antenna height	10 m
Detection range	30,000 m
H. beam angle	1 °

**Table 3. Specification of the simulated ships**

Fleet name	Item	Vessel name	Gross Ton.	Length(m)	Width(m)	Draft(m)
Kyungjin (A)	Purse seiner	No. 88 Kyungjin	127	34.99	6.98	2.78
	Scout and light boat	No. 81 Kyungjin	88	34.99	6.40	3.15
	"	No. 87 Kyungjin	46	27.70	4.50	2.07
	Fish carrier	No.105 Kyungjin	183	37.94	7.00	3.40
	"	No.107 Kyungjin	210	39.79	7.70	3.50
"	"	No.108 Kyungjin	199	38.91	7.70	3.40
Kumsung (B)	Purse seiner	No. 75 Kumsung	121	31.38	7.00	2.80
	Scout and light boat	No.106 Kumsung	48	25.00	4.80	2.10
	"	No.102 Kumsung	55	25.50	4.70	2.15
	Fish carrier	No. 69 Kumsung	235	43.50	7.60	3.60
	"	No. 97 Kumsung	197	41.44	7.70	3.70
"	"	No. 98 Kumsung	197	41.44	7.70	3.70
Kwangdug (C)	Purse seiner	No.771 Kwangdug	129	35.79	7.35	3.00
	Scout and light boat	No.772 Kwangdug	97	36.35	6.40	3.00
	"	No.773 Kwangdug	48	25.51	4.70	2.15
	Fish carrier	No.775 Kwangdug	199	35.60	6.60	3.25
	"	No.776 Kwangdug	152	34.65	7.00	3.15
"	"	No.777 Kwangdug	196	39.50	7.70	3.70
Myungjin (D)	Purse seiner	No. 77 Myungjin	149	32.60	7.30	2.90
	Scout and light boat	No. 78 Myungjin	55	25.50	4.70	2.15
	"	No. 79 Myungjin	56	25.50	4.70	2.15
	Fish carrier	No.301 Myungjin	180	34.95	6.60	3.20
	"	No.303 Myungjin	166	39.00	7.00	3.40
"	"	No.305 Myungjin	198	35.50	6.60	3.25
Daewoo (E)	Purse seiner	No.111 Daewoo	142	31.55	7.10	2.85
	Scout and light boat	No.103 Daewoo	48	25.69	4.70	2.15
	"	No.503 Daewoo	48	25.69	4.70	2.15
	Fish carrier	No.506 Daewoo	138	34.00	6.90	3.10
	"	No.508 Daewoo	190	38.25	7.00	3.40

을 중심으로 30초 간격으로 투망시작에서부터 투망완료까지 앞잡이배(등선, 제27동원호), 집어선(등선, 제28동원호)의 항적을 추적, 분석한 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 본선이 기동한 후 3분 경과 후 앞잡이배에 접근하여 고삐줄과 줍줄을 건네주고 투망

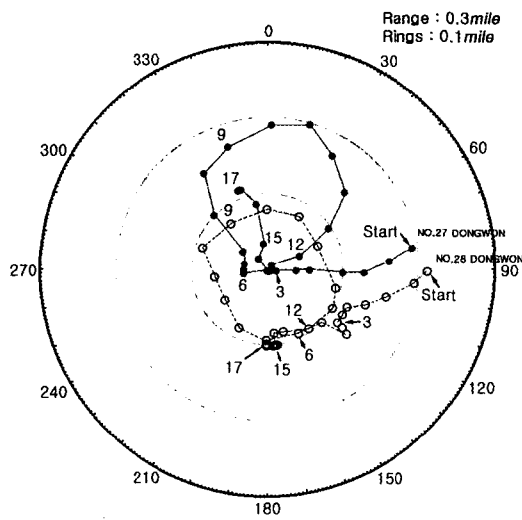


Fig. 6. Overlaid image on the radar screen in the process of casting net(sampling point intervals : 30sec.).

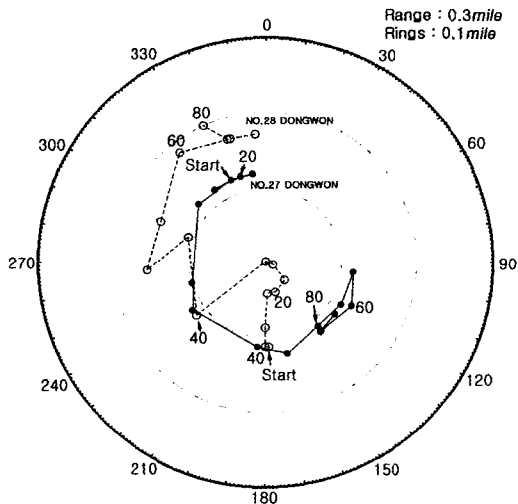


Fig. 7. Overlaid image on the radar screen in the process of hauling net(sampling point intervals : 5min.).

하기 시작하여 16분 후 투망을 완료하고 고삐줄과 줍줄의 끝을 앞잡이배로부터 받아 양망단계에 들어갔으며, 본선으로부터 약 0.1mile 떨어져 앞잡이배가 본선을 좌현에서 끌어주고 있는 것을 알 수 있었으며, 이때 끌어주는 로프의 길이는 약 200m 정도였다. 이때 선회경은 340.8m였고 선회 속도는 약 6kts였으며, 집어선은 본선으로부터 약 0.1mile 떨어져 집어를 하면서 본선 선회권의 중심에서 조금씩 이동하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 양망시 본선을 중심으로 한 앞잡이배와 집어선의 상대방위와 거리의 변화는 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에서 투망완료 후 양망시 시작되는 시에는 집어선은 본선의 정남쪽으로 0.1mile 떨어진 위치에서 집어를 계속하면서 약 35분 후에는 본선과 거의 근접하게 되고 그 후에는 본선과 0.1~0.2mile의 거리를 유지하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 앞잡이배는 양망순간부터 약 0.1mile의 간격을 유지하면서 본선이 양망중 그물방향으로 밀려들어가지 못하도록 끌어주고 있는 과정을 명확히 확인할 수 있었다.

따라서, ARPA화면의 영상을 디지털 신호화하여 분석하면 투·양망시 조업과정을 명확히 판단할 수 있으며, 조업상의 문제점들을 쉽게 발견할 수 있으므로 조업선들이 안전조업을 하게 할 수 있다.

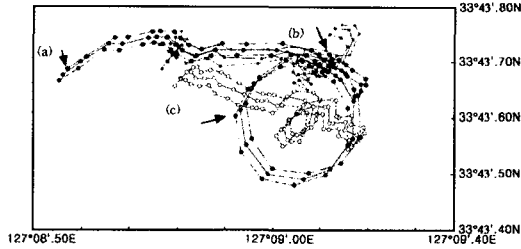
## 2. 投·揚網 操業過程의 시뮬레이션

### 1) 투망시

제주도 성산포 연안에서 조업한 대형선망 선단 조업선이 투망할 당시 ARPA의 영상자료를 디지털화하여 VTMS에 입력하고 시뮬레이션을 행하여 ECDIS상에 나타낸 결과는 Fig. 8과 같다.

Fig. 8은 Fig. 6의 ARPA의 영상에서 유향·유속의 영향을 배제한 경우와 여기에 유향, 유속이 각각 NE, 2kts일 때와 SW, 2kts일 때를 조류항법과 중분위도항법의 원리를 적용시켜 시뮬레이션한 결과이다.

Fig. 8에서 APRA의 영상자료와 동일할 때에도 Fig. 6의 ARPA 영상과 동일하게 나타낼 수 있었으며, 특히 집어선과 앞잡이배의 역할과 그 상대운동 관계를 확인할 수 있었다. 또한, 조류방향이



**Fig. 8. Schematic of ship movement in casting net(sampling point intervals : 30sec.).**

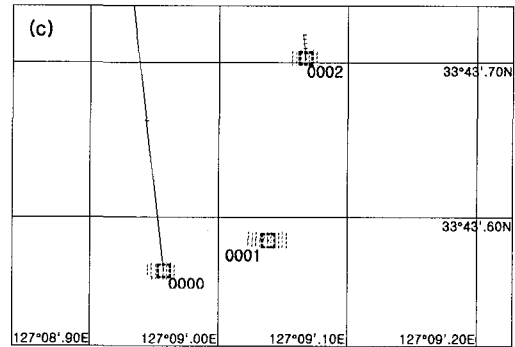
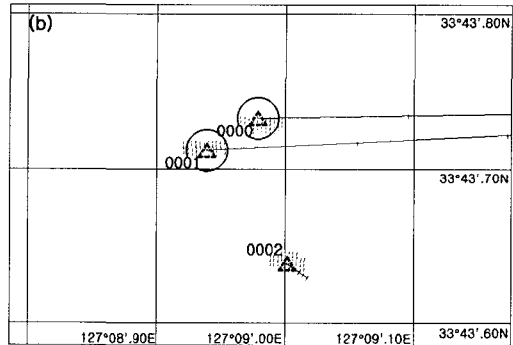
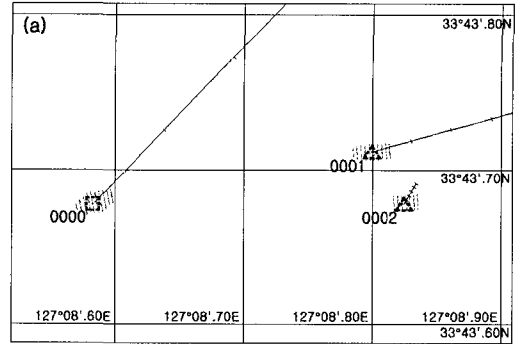
- : original data without effect by current direction and speed.
- ... : simulation result in NE, 2kts
- : simulation result in SW, 2kts
- : No.308 Dongwon, ■ : NO. 27 Dongwon,
- : No. 28 Dongwon
- (a),(b),(c) : close-up point

NE일 때는 전체가 SW방향으로, SW일 때는 NE 방향으로 편위되어 나타낼 수 있어, 투망전에 어군의 위치, 어군량, 어군의 이동방향·속도 등의 어업정보와 유향, 유속, 수온·염분 등의 어장환경정보, 그리고, 조업선의 제원과 침로 및 속력 등의 조업선의 조선정보를 입력하면 실제 조업시와 같은 상황을 예측할 수 있어 안전조업을 행할 수 있을 것으로 생각된다.

그리고, Fig. 8에서 투망중에 부분적으로 상세한 상황을 표시할 수 있도록 클로즈업 기능을 첨가시켜 시뮬레이션 한 결과는 Fig. 9와 같다. Fig. 9(a)는 투망전의 투망준비 과정으로 본선이 앞잡이배에 고삐줄과 줍줄을 건네주기 위해 접근 중에 있고, 본선이 집어선을 우현으로 보고 투망을 시작하려는 상황을, Fig. 9(b)는 투망개시 단계로 앞잡이배가 고삐줄과 줍줄을 잡고 본선이 투망하고 있을 때와 본선과 앞잡이배가 너무 접근하여 위험할 때 위험경보를 원으로 나타내고 있는 상황을, Fig. 9(c)는 본선이 전체그물의 2/3 정도 투망을 완료했을 때를 클로즈업시킨 것을 나타낸 것으로서 투망중에 예상되는 상황과 문제점들을 검토할 수 있음을 확인할 수 있었다.

2) 양망시

투망을 끝내고 양망할 당시 ARPA의 영상자료를 디지털화하여 VTMS에 입력하고 시뮬레이션



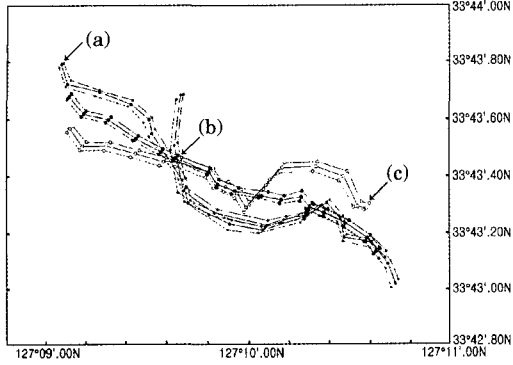
**Fig. 9. Close-up diagram of standing by casting net(a), starting (b), and casting net(c) on the simulation.**

- 000 : No.308 Dongwon, 001 : NO. 27 Dongwon,
- 002 : No. 28 Dongwon

을 행하여 ECDIS상에 나타낸 결과는 Fig. 10과 같다.

Fig. 10은 Fig. 7의 ARPA의 영상자료와 동일하게 한 경우와 여기에 유향, 유속이 각각 NE, 2kts 일 때와 SW, 2kts일 때를 조류항법과 중분위도방법의 원리를 적용시켜 시뮬레이션 한 결과이다.

Fig. 10에서 ARPA의 영상의 자료와 동일할 때



**Fig. 10. Schematic of ship movement in hauling net(sampling point intervals : 5min.).**

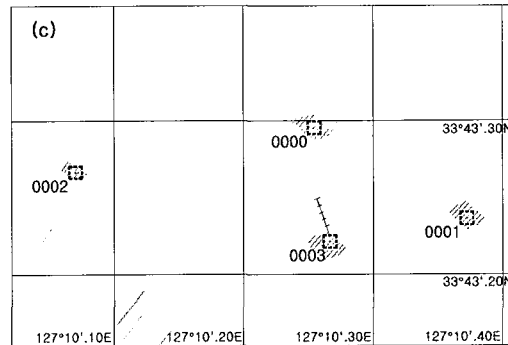
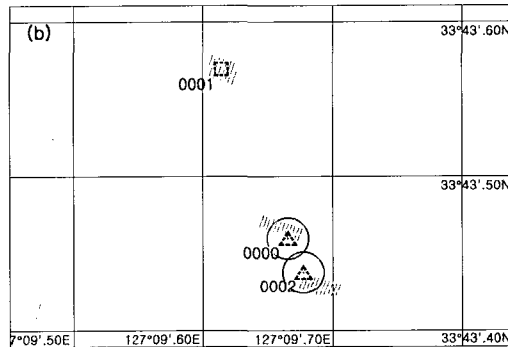
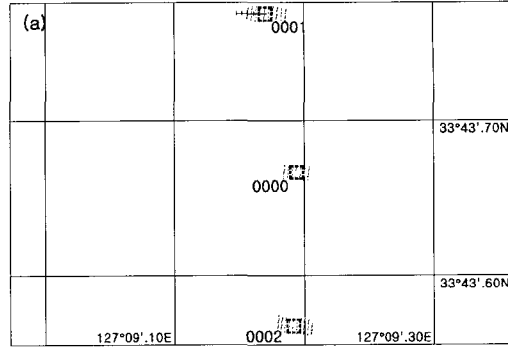
- : original data without effect by current direction and speed.
- ... : simulation result in NE, 2kts
- : simulation result in SW, 2kts
- : No.308 Dongwon, ■ : No. 27 Dongwon,
- : No. 28 Dongwon, ◆ : No.306 Dongwon
- (a),(b),(c) : close-up point

는 Fig. 7의 ARPA 영상과 동일하게 나타낼 수 있었으며, 조류방향이 NE, SW로 변환할 때는 투망시와 같이 변화되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, Fig. 10에서 주목할만한 부분을 클로즈업시킨 결과는 Fig. 11과 같다.

Fig. 11(a)는 양망개시단계로 앞잡이배가 본선에 고삐줄과 됴줄을 건네주고 본선이 양망중 그물 쪽으로 끌려가지 않도록 좌현에서 끌어주고 있는 상황을, Fig. 11(b)는 양망중 본선과 집어선이 아주 가까워졌을 때의 상황을, Fig. 11(c)는 양망이 거의 끝날 무렵 집어선이 집어를 끝내고 그물 밖으로 나가고 운반선이 어획물을 수납하기 위해 본선쪽으로 이동하는 상황을 나타낸 것으로서 양망중에 예상되는 상황과 문제점들을 검토할 수 있음을 확인할 수 있었다.

이와같은 투·양망 시뮬레이션 실험에서 한 조업선단의 조업영역을 검토한 결과, 본선의 투망시 그물의 선회경과 투망완료 후 본선이 그물쪽으로 끌려가지 않도록 앞잡이배가 끌어주는 범위까지 포함되어야 함을 알 수 있었다.

여기서, 그물의 선회경을  $D_t$ , 됴줄의 길이를  $l_t$ 라 하면,  $D_t=l_t/\pi$ 가 되고, 본선의 선폭을  $B_p$ , 앞잡이배의 전장을  $L_s$ , 등선이 끌어주는 줄의 길이를  $l_i$ 라고



**Fig. 11. Close-up diagram of starting hauling net(a), hauling net(b), and finishing hauling net(c) on the simulation.**

000 : No.308 Dongwon, 001 : No. 27 Dongwon,  
002 : No. 28 Dongwon, 003 : No.306 Dongwon

하면 한 조업선단의 조업영역의 직경 D는

$$D = \frac{B_p}{2} + l_i + L_s + D_t$$

로 나타낼 수 있다.

본 시뮬레이션 실험대상 선단인 경우 됴줄길이 1,000m, 본선의 선폭 7.3m, 앞잡이배의 전장



28.92m, 등선이 끌어주는 줄의 길이 200m였으므로 조업영역의 직경은 0.298mile이 되며, 이는 실제 조업과정에서 한 조업선단이 집어를 하기 위해 집어등을 켜는 경우 다른 선단은 그곳으로부터 최소한 0.3mile 이상 접근하지 않도록 상호간에 목적적으로 지켜나가고 있는 사실과도 부합되고 있음을 알 수 있었다.

### 3. 集團操業船團의 操業시뮬레이션

#### 1) 관제선의 관제한계와 관제이관

본 조업시뮬레이션에서 이용한 선박관제용 VTMS상의 관제 레이더의 탐지범위를 파악하기 위해 관제대상 5척의 선박을 어장이동시킨 결과,

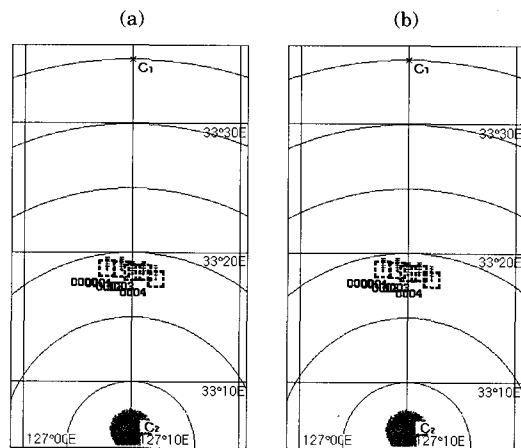


Fig. 12. Diagram of control area by control vessel (C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub>).  
(a) : before conversion (b) : after conversion

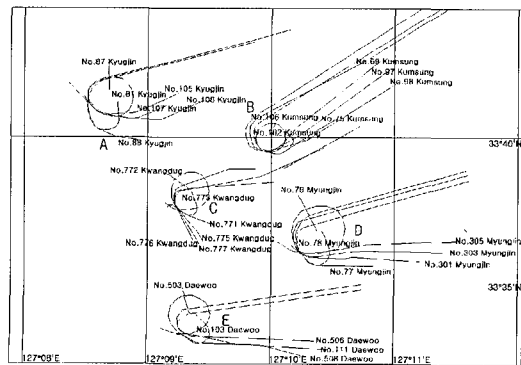


Fig. 13. The imaginary route on the simulation by the fleet of fishing vessel.

5척 모두 크기에 상관없이 16mile이 넘어서는 레이더 영상도 사라지고 "Lost target"이라는 경보를 발하며 목표물을 놓침으로써 본 VTMS의 레이더 탐지범위는 16mile임을 알 수 있었다.

또한, 이렇게 한 관제선에서의 관제범위를 벗어난 경우 다른 관제선으로의 이관 가능성을 시도한 결과는 Fig. 12와 같으며, Fig. 12(a)에서 제1관제선 C<sub>1</sub>의 관제범위를 벗어난 경우 Fig. 12(b)와 같이 지정한 제2관제선 C<sub>2</sub>의 관제범위 속으로 이관될 수 있음을 알 수 있었다. 따라서, 관제선의 관제범위는 관제레이더의 최대탐지범위에 따라 다르므로 조업선단의 관제능력을 향상시키기 위해서는 관제선의 레이더 성능을 향상시켜야 됨을 알 수 있었다.

#### 2) 집단조업선단의 조업시뮬레이션 성능

집단조업선단의 조업시나리오에 대한 시뮬레이션 결과는 Fig. 13과 같으며, 관제선과 피관제선과의 거리 및 관제선에서 본 방위 등을 선단별로 비교, 분석한 결과는 Fig. 14와 같다.

Fig. 14(a), (b)에서 A선단은 관제선으로부터 가장 멀리 떨어진 약 5.3mile, 진방위 350°에 위치하

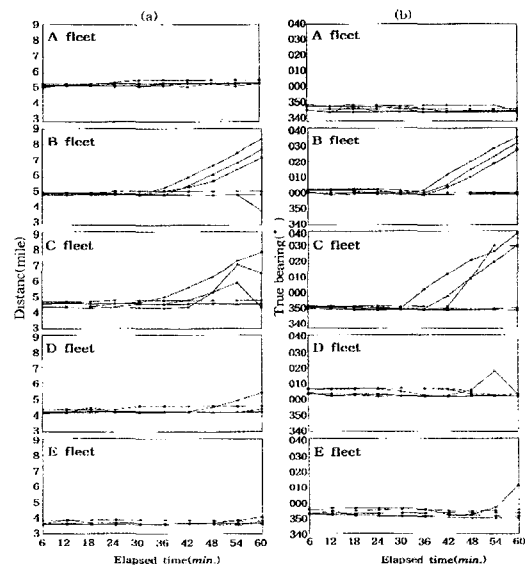


Fig. 14. Distance (a) and True bearing (b) from control vessel by the elapsed time.

▲ : purse seiner ○, ■ : scout and light boat  
□, ●, △ : fish carrier

여 조업을 하고 있었으며, 크게 움직임을 보이지 않았음을 알 수 있었다. B선단은 약 5mile, 000°에 위치하였으며, 30분부터 운반선들이 어획물을 수납하여 양륙장으로 이동함을 알 수 있었다. C선단은 약 4.5mile, 353° 위치하였으며, 본 관제선에서부터 조업선들의 이동폭이 가장 넓게 나타났다. D선단은 약 4.2mile, 005°에서 선단을 이루고 있으며, 42분경부터 운반선이 양륙장으로 이동하는 것을 알 수 있었다. E선단은 관제선으로부터 가장 가까운 3.7mile, 352°에 있었고, 거리나 방위 모두 큰 이동폭이 없었다.

시뮬레이션 한 결과, 실험에 사용한 관제선의 위치는 해면반사로 인해 레이더 영상을 어선으로 오인하는 일도 없고, 너무 멀리 떨어져 영상이 나타나지 않는 일도 없었으므로 실험의 위치에서는 관제하기 좋은 위치임을 알 수 있었다.

따라서, 관제선으로부터 관제대상선단의 거리 및 방위를 파악하여 어선관제시스템에 적용하면 관제선의 관제위치 선정에 있어 유리함을 알 수가 있었다.

4. 操業漁船管制시스템의 豫測모델 構成

대형선망조업어선의 시뮬레이션을 통해 얻은 결과를 이용하여 어장에 있어서 조업 어선관제시스템(FVTMS)에 대한 예측모델을 Fig. 15와 같이 구성하였다.

Fig. 15에서 FVTMS는 ARPA, Sonar, Teleso-

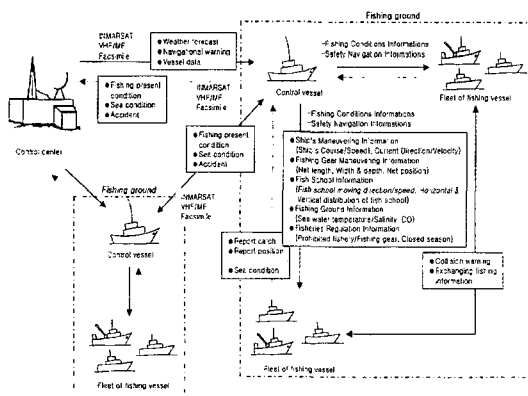


Fig. 15. Block diagram of fishing vessel control system.

under, ECDIS, CPU 등으로 구성하고, 침로, 선속, 유향, 유속 등의 어선조종정보, 어구의 길이, 폭, 깊이, 위치 등의 어구조종정보, 어군의 이동방향, 속도, 수평·수직 분포 등의 어군정보, 수온, 염분, 용존산소량 등의 어장정보, 그리고 금지어업, 어구, 금어기 등의 수산업법에 대한 정보 등을 수집 분석하여 조업선들에게 어황정보와 안전항행정보를 제공함으로써 안전조업을 행하도록 한다.

또한, 각 관제선은 관제선 상호간에 정보교환을 할 뿐만 아니라 육상 총괄 관제센터에도 보내어 각 해역별 전 어선에 대한 관제를 행하여 어선의 안전과 어업자원의 보전을 기할 수 있도록 한다. 이러한 예측모델에 대한 연구는 전세계적으로 연안역 관리에 대한 관심도가 집중되고 있는만큼 DGPS국의 신설, AIS 등의 개발에 발맞추어 시급히 이루어져야 할 것이다.

要 約

한국 연근해에서 조업하고 있는 어선을 효율적으로 관리할 수 있는 어선관제시스템의 구축을 위한 기초 연구로서 제주도 성산포항을 거점으로 하여 조업중인 대형선망어선단의 어로과정의 ARPA 영상을 디지털신호로 변환시켜 분석하고 VTMS를 이용하여 모의실험을 행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 대형선망어선단의 어로과정을 분석한 결과 투망소요시간은 16분, 양망소요시간은 35분이었고, 앞잡이배가 끌어주는 로프의 길이는 200m, 투망시 선회경은 340.8m, 선회속도는 약 6kts로써 조업과정을 명확하게 파악할 수 있었다.

(2) 실선실험에서 구한 투·양망과정에 유향·유속을 NE, 2kts와 SW, 2kts로 가상하여 시뮬레이션 한 결과, 각각 SW, NE 방향으로 편위됨을 알 수가 있었다. 이와 같이 어장환경정보 또는 어업정보나 조선정보를 관제시스템에 가미함으로써 실제조업과 같은 상황을 예측할 수 있었으며, 클로즈업시킨 화면을 통해 투·양망중 예상되는 상황과 문제점을 검토할 수 있었다.

(3) 시뮬레이션에서 사용한 VTMS의 레이더 관제범위는 16mile이었고, 관제범위를 넘었더라도

타관제선으로의 이관이 가능하였다. 또한, 관제선과 집단선단들과의 거리와 방위를 측정하고 분석하면 관제선의 위치선정이 용이함을 알 수 있었다.

(4) 조업선들이 어항정보와 안전항행정보를 제공받아 안전하고 효율적인 조업을 행할 수 있는 어선관제시스템(FVTMS)의 예측모델을 제시하였다.

이와같이 VTMS용 관제시스템을 이용하여 선단조업어선의 어로과정에 대한 시뮬레이션 한 결과, 근접조업에 따른 잦은 경보와 추적 상실 등 몇 가지 기능상의 문제점이 발견되었으므로 어선관제시스템(FVTMS)에 적합한 프로그램이 시급히 개발되어야 할 것으로 사료된다.

#### 參考文獻

1. Young, W.(1994) : What Are Vessel Traffic Services, and What Can They Really Do?. NAVIGATION Vol. 41, No. 1, 31~56.
2. Anthony, R.(1995) : Standardization in Vessel Traffic Services(VTS) Manning. International Symposium on VTS and IBS, 11~14.
3. Ingo, H.(1995) : VTMS-The European Approach for Complex Maritime Traffic Management. International Symposium on VTS and IBS, 28~49.
4. 飯島幸人(1975) : 海上交通管制. 航海 46號, 40~77.
5. 藤井弥平・山内宏之(1978) : 海上交通管理システムの準定量的調査. 航海 55號, 37~42.
6. 飯島幸人(1986) : 備讃瀬戸海上交通管理システム. 航海 88號, 56~66.
7. 沖伊佐美(1997) : 船舶通航業務(VTS)と船舶自動識別システム(AIS). NAVIGATION 134號, 25~32.
8. 李學憲(1996) : 海上交通管制 시스템의 機能的 役割에 關한 研究. 韓國航海學會誌 20(3), 43~63.
9. 鄭世謨・朴鎮洙・裴正哲(1998) : 人工衛星을 利用한 廣域 船舶交通管理 시스템 開發에 關한 研究. 韓國航海學會誌 22(2), 1~12.
10. 박영수・정재용・박진수(1999) : 부산항 접근 수역의 환경 스트레스 평가에 관한 연구. 1999년도 춘계 학술발표회 초록집, N-34~N-44.
11. 박정식(1986) : 濟州道 周邊海域 고등어 巾着網의 研究 I. 靜水에 있어서 網形變化에 關한 模型實驗. 漁業技術 22(2), 7~15.
12. 박정식(1986) : 濟州道 周邊海域 高등어 巾着網의 性能과 漁況에 關한 研究. 漁業技術 22(3), 42~46.
13. 윤여정(1987) : 地文航海學. 태화출판사, 164~189.
14. 대형선망수산업협동조합(1993) : 韓國旋網史. 태화출판사.
15. 한국해양수산개발원(1998) : 대형선망어업 경쟁력 강화방안. 5~50.
16. 김진건(2000) : 沿近海漁具漁法學. 유일문화사, 249~274.
17. TRANSAS 홈페이지 : <http://www.transas.com/>