

GPS에 의한 멸치 流刺網의 漂流狀態測定

黃仲喆 · 辛亨鎰 · 金基允 · 李昊在

釜山水產大學校

(1995년 9월 15일 접수)

Measurement of the Drifting Condition of the Anchovy Drift Gill Net with GPS

Jung - Cheol HWANG, Hyeong - Il SHIN, Ki - Yun KIM and Dae - Jae LEE

*National Fisheries University of Pusan

(Received September 15, 1995)

Abstract

For the purpose of the measurement of drifting condition of the anchovy drift gill net, some experiments were carried out in M. S Seong - Yang at the near sea of Kampo harbor in Korean east sea from August to October 1994, by using three set of GPS equipped with her net.

The main results obtained are as follows :

1) In fixed position by GPS at Taeyon, the radius of 95% probability and shifted distance from standard position were respectively 79.8m, 21.0m.

2) The mean values of PDOP and HDOP of GPS at Taeyon were respectively 3.5, 1.9 and the stability of the position by GPS at Taeyon was found to be very high.

3) In the fishing ground of the position from Lat. 35° 41.5'N to Lat. 43.5', from Long. 129° 32.0'E to Long. 129° 32.5'E, the direction of the whole stretched drift gill net was 190° and the direction of the whole casted net was 200° when casting the net was finished. When whole net was found to be drifting into the direction of 170° to 180°, and the mean drifting speed of that was 0.82kt.

4) In the fishing ground of the position from Lat. 35° 44.0'N to Lat. 35° 45.2'N, from Long. 129° 30.1'E to Long. 129° 31.2'E, the direction of the whole stretchen net was 20° and the direction of the whole stretched net was 20° when casting the net was finished. When hauling the net, the direction of the spreaded net appeared from the North into the South and the whole net was found to be drifting into the direction of 210° to 220°, and the mean drifting speed of that was 0.75kt.

5) In the fishing ground of the positioning from Lat. 35° 44.9'N to Lat. 35° 46.0'N, Long. 129° 33.0'E to Long. 129° 34.0'E, the direction to the whole stretched net was 35° and the direction of the whole casted net was 50° when casting the net was finished.

When hauling the net, the direction of the spreaded net appeared into the South from the East and the whole net was found to be drifting into the direction of 330° to 340°, and the mean drifting speed of the was 0.63kt.

緒 論

정밀 선위 측정 장치인 GPS는 최근 24개의 인공 위성이 완전 가동됨에 따라 측정정도가 향상되어 그 이용도는 날로 증가하고 있다. 그러나 GPS시스템은 위성궤도정보의 오차, 위성시간의 오차, 전리층에서의 오차, 위치 계산 알고리즘의 오차 등을 내포하고 있으며, 또한 위성궤도의 제어(SA)에 의하여 측위의 정도가 부정확한 일이 종종 일어난다.

이러한 오차의 원인을 규명하기 위하여 畠田¹⁾, 實藤²⁾, 本村³⁾, 幸⁴⁾, 李⁵⁾ 등은 GPS의 측위정도에 대하여 각각 연구한 바 있고, SA에 관해서는 片山⁶⁾, 木村⁷⁾ 등이 연구한 바 있으며, 고정도의 선위를 얻기 위한 DGPS(differential GPS)에관하여 李⁸⁾, 加賴⁹⁾, Jacques Baser¹⁰⁾ 등의 연구가 있다. 또한 GPS는 항해계측기로서 뿐만 아니라 다른 목적으로도 응용하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔는데, 선회권 측정에 관해서는 畠田¹¹⁾, 増島¹²⁾ 등의 연구가, 표층류 측정에 관하여는 畠田¹³⁾¹⁴⁾ 등의 연구가 있으며, 林¹⁵⁾의 어로의 이용에 관한 연구, 福島¹⁶⁾의 수로업무에 관한 연구가 있고, 本稿⁷⁾는 자동차 운행 시스템에 관해 연구한 바 있다.

GPS시스템은 이와 같이 많은 분야에 걸쳐 이용, 연구하려는 움직임이 크게 일어나고 있으나 어업

에 관한 연구는 많지 않다. 어업에 이용하기 위해서는 고정어구 보다는 유자망과 같은 운용어구에 이용하는 것이 보다 효과적이다.

본 논문은 멸치유자망의 표류상태와 해양환경과의 관계를 규명하기 위하여 1994년 8월 1일부터 10월 5일 사이에 대변항에서 GPS의 측위정도를 파악함과 동시에 대변항을 중심으로 조업하고 있는 멸치유자망에 GPS 3개를 배치한 뒤, 유자망의 흐름을 추적하고 조류계로 유향·유속을 측정하여 어구의 표류상태와 이들 상호간의 관계에 대하여 검토, 분석하였다.

實驗裝置 및 方法

1. 實驗 裝置

멸치유자망의 표류상태를 측정하기 위하여 본 실험에 사용한 측정시스템의 계통도는 Fig. 1과 같고, GPS, 컴퓨터, 유향유속계, 어군탐지기 등 계측기기의 제원은 Table 1과 같으며, 해상에서 어구에

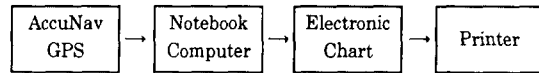


Fig. 1. Block diagram of measurement System with GPS.

Table 1. Specification for the experimental devices

Species	Items	Specification
AccuNav GPS	Antenna	Folded type
	Channels	Five Parallel
	Update rate	One to five seconds - user adjustable
	Postion	25 meters CEP
	Input voltage	6 - 35vdc
Micro - computer	Model	Notebook computer NP - 902
	Microprocessor	80C 286 - 12
	CPU spped	6MHz
	System ROM	64MB
	Power input	
Electronic Chart	Model	NAVI - SALILOR(NS - 2000) Charts(WGS - 84 Datum)
Printer	Model	LX - 800
Current Meter	Model	SD - F(GYTRE - MINI)
Fish finder	Type	Electronic type
	Model	FE - 502(Furuno)
Color fish finder	Frequency	150kHz
	Model	MK - II (Furuno)
	Frequency	200kHz

부착하기 위한 AccuNav GPS를 설치한 Buoy의 설계도는 Fig. 2와 같이 스티로폼음 돔(30×45cm) 위에는 GPS를 고정시키고, 하중을 아래로 가계 하기 위해 돔의 아래 부분을 파내어 밧데리(18×7.5×17cm, 6.5Kg)를 넣었고, 아래에는 파랑이나 바람 등에 영향에도 수평을 유지하고 안정되게 하기 위하여 1.5m 길이로 시멘트벽돌 4장(8Kg)을 추로 하여 매달았다.

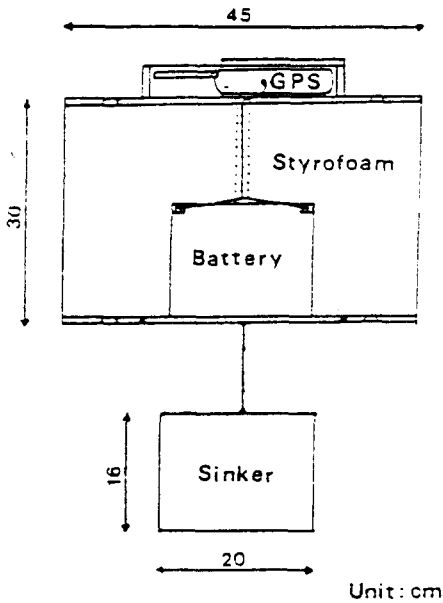


Fig. 2. Plan of the buoy with GPS.

2. 實驗漁場, 漁具 및 操業船

실험에 사용된 조업선의 제원은 Table 2와 같으며, GPS를 설치한 어구의 모식도는 Fig. 3과 같다. 실험을 실시한 해역은 대변항에서 출어한 어선이 조업하는 감포 앞 3~7마일 해상으로서 Fig. 4의 F_1, F_2, F_3 와 같다.

조업은 그물 한쪽의 길이 및 깊이가 각각 75m와 8m인 것을 20폭 투망하여 행하는 데, 투망에 소요되는 시간은 8~15분, 양망에 소요되는 시간은 설치한 폭 수 및 이망된 상태에 따라 약간의 차이가 있으나 대략 2시간 정도였다.

3. 測定方法

1) GPS의 精度測定

멀치유자망에 부착한 GPS(AccuNav)의 고정점에 대한 측위정도를 파악하기 위해 조사해역과 인

Table 2. Principal particulars of experimental ship

Items	Dimensions
Name of Fishing Ship	Seong - Yang Ho
Kind of Ship	Off shore Gill net
LOA	16.80m
B. Md	3.95m
D. Md	1.95m
Gross tonnage	19.00ton
Main engine	315ps
Max. speed	10.00kt

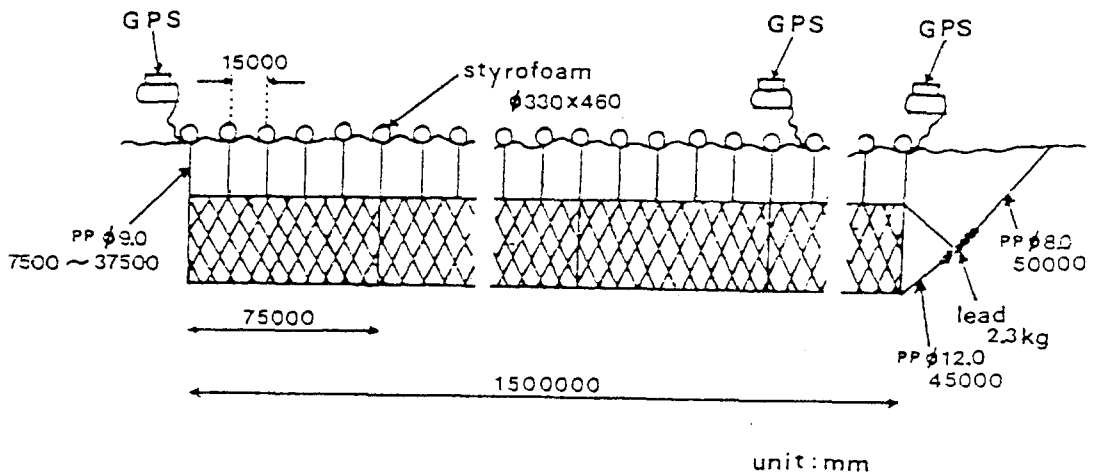


Fig. 3. Plan of Anchovy Drift Gill Net with GPS employed for experiment.

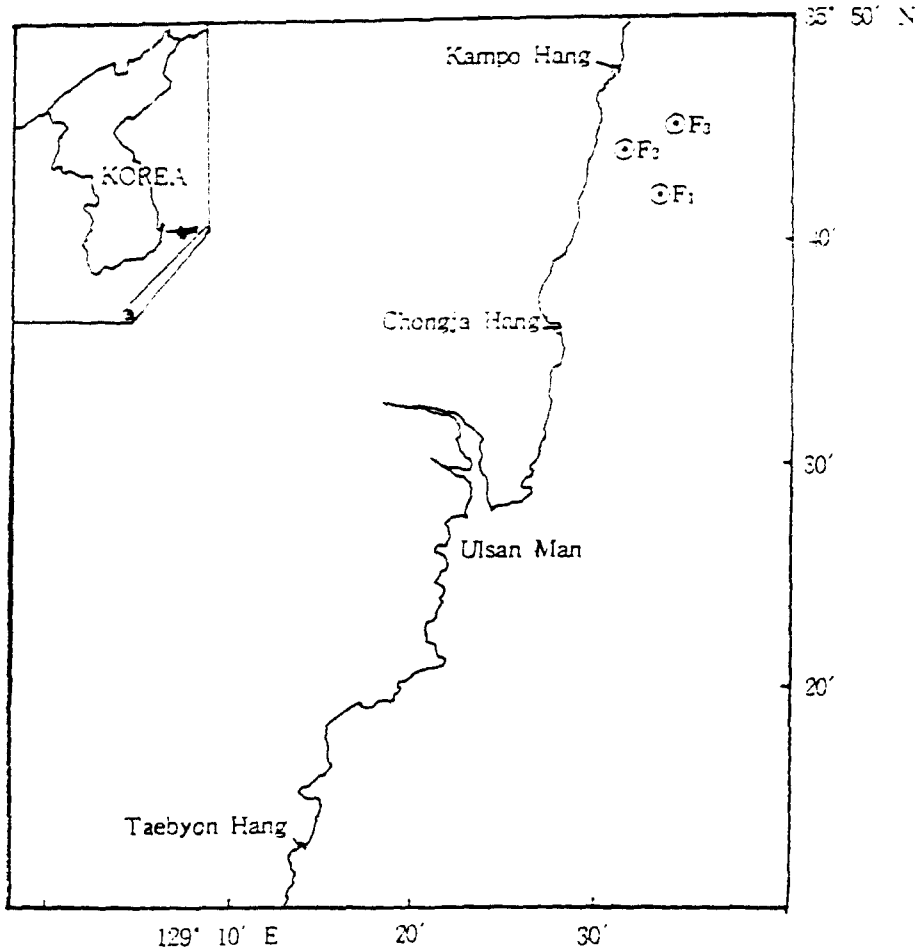


Fig. 4. Experimental fishing grounds, F₁, F₂, F₃.

접한 대변항 방파제(35° 13' 5".5N, 129° 13' 54".8E)에서 1994년 8월 27일부터 28일까지 2일 간에 걸쳐 1초 간격으로 측정위치를 NDC-1 케이블을 통하여 컴퓨터로 수신하고 이들 정보를 플로피 디스크에 수록하였다. 또한, 3개의 GPS 측위 정도의 상호 비교는 시험조업선의 선상에 각각의 GPS를 1m 간격으로 설치하여 측정한 데이터를 전자해도에 입력하여 상호 비교하였다.

2) 漂流狀態測定

유자망 표류 실험은 1994년 9월 27일부터 10월 2일 사이에 Fig. 4의 F₁, F₂, F₃ 지점에서 실시하였다. 3개의 GPS를 도시에 작동시켜 투하하였으며, 위치정보는 10초 간격으로 저장하고, 위치추적은

동일한 시간 간격으로 분석하였다. 조업은 각 어장마다 투망이 끝난후 약 30~50분 대기한 후 양망을 하였으며, 그물이 표류중 유향유속은 GPS가 부착된 부근에서 그물의 부설 수심에서 조류계를 이용하여 측정하였다. 또한 어장탐색은 어군탐지기를 이용하여 행하였고, 멸치 이망상태는 어탐기록으로부터 추정하였다.

結果 및 考察

1. GPS의 測位精度

1) 固定点에서의 測位精度
멸치유자망의 표류상태를 추적하기 위해 사용

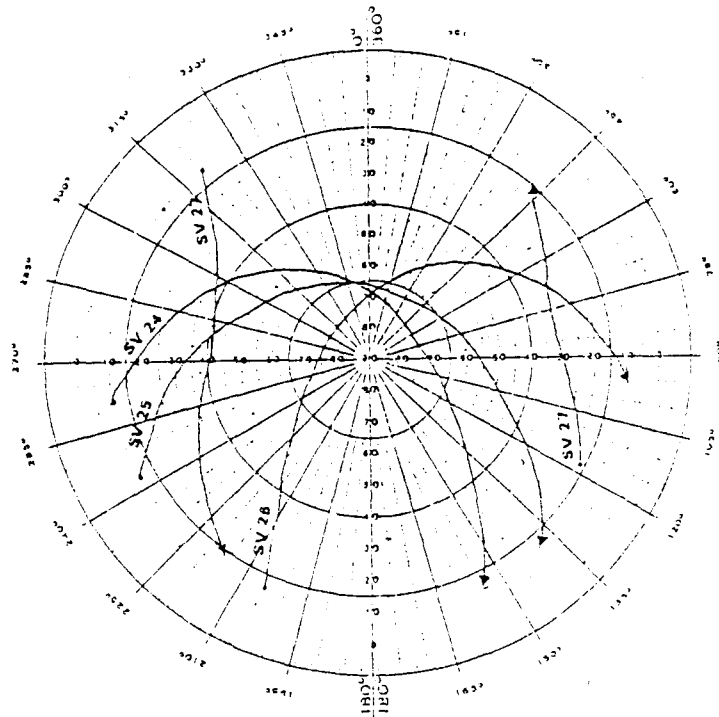
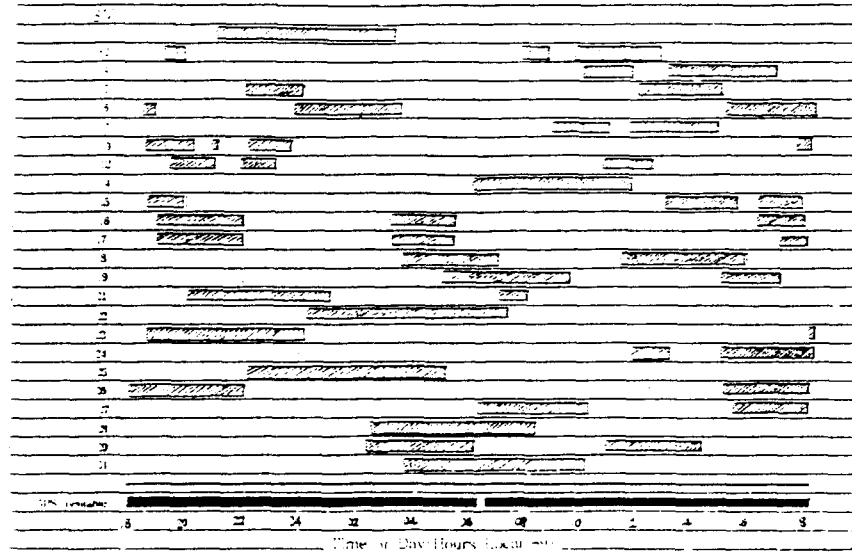


Fig. 5. Satellite visibility and GPS availability forecast(a), and Azimuth and elevation sky map of visible satellite(SV 24, 25, 26, 27)(b) at the fixed position.

된 GPS의 측위정도를 파악하기 위하여 1994년 8월 27일 18시에서 28일 18시까지 대변향에서 측정된 각 위성의 시간대별 측정가능 시간 범위는 Fig. 5(a)와 같다. 측정가능 위성은 SV 1, 2, 4~7,

9, 12, 14~29, 31 등, Fig. 5(a)에서 모두 24개가 관측되었으며, 각 위성은 하루 평균 6시간 이상 관측이 가능하였고, 연속적으로 관측이 가능한 시간은 최대 6시간 50분 정도였다. 하루 중 5분을 제외

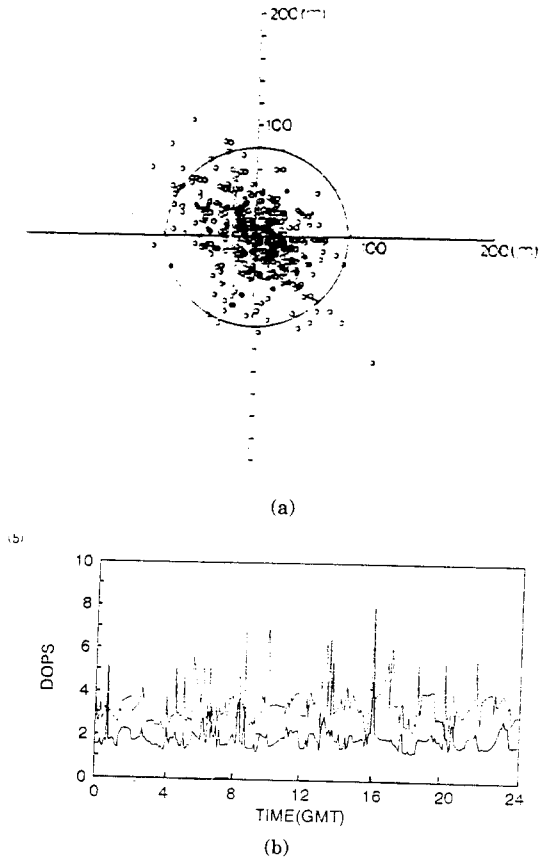


Fig. 6. Radius of 95% probability circle(a), and Relationship between HDOP and PDOP(b) at the fixed position.(..... : PDOP, — : HDOP)

하고는 이들 4개 이상의 위성을 조합할 수 있어 3차원 측위가 가능함을 알 수 있었다.

또한, 관측한 시각대별 중에서 가장 많은 위성이 관측이 되고 PDOP의 정도가 높게 조합된 SV 24, 25, 26, 27번 위성의 방위와 양각 변화는 Fig. 5(b)와 같다. Fig. 5(b)에서 SV 24, 25, 26위성은 모두 남쪽과 서쪽 사이에서 출현하여 남쪽과 동쪽 사이로 사라졌고, SV 27위성은 주간에는 북쪽에서 남쪽으로, 야간에는 남쪽에서 북쪽으로 운행하는 것을 알 수 있었으며, 이 때 양각은 10°, 75°, 10°로 변화하였고, 그 주기는 12시간이었다. 대변의 고정점에서 관측한 관측위치와 평균위치를 중심으로 구한 95%확률원은 Fig. 6(a)와 같으며, 확률원 오차의 반경은 79.8m였고, 해도의 기준 위치로부터 편위 거리 오차는 21.0m였다. 이 때의 PDOP와

HDOP는 Fig. 6(b)와 같으며 PDOP와 HDOP와 평균값은 각각 3.5, 1.9로 나타나 전반적으로 측위 오차의 변동이 적어 측정위치의 안정도가 높을 것을 알 수 있었다.

3) 3個 GPS相互間의 測位精度 比較

1994년 10월 2일 정자항을 출발하여 거의 같은 시기에 제작된 동일한 회사의 제품인 GPS 3개를 동시에 작동하여 전자해도에 기록된 약 3.5마일에 해당하는 각각의 항적을 비교한 것은 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 3개의 항적중에 가장 거리차가 큰 부분은 대략 12.5m였으며, 이는 2km범위에서 커서를 이동시켜 분석했기 때문에 생긴 개인 오차라고 생각되므로 이들 3개의 GPS상호간에서 상대오차가 거의 없음을 알 수 있었다.

2. 멸치流刺網의 漂流狀態

Fig. 4의 F₁, F₂, F₃ 등 3곳의 어장에서 3개의 GPS를 멸치유자망에 750m간격으로 배치하여 표류상태에 대한 측정실험을 행한 시기는 1994년 10월 1일~2일 이었으며, 측정당시의 풍향은 NE~NW, 풍속은 5~10m/s, 파고는 1~2m였고, 날씨는 쾌청하였다. 유자망에 장치한 3개의 GPS는 투망한 유자망의 맨 앞 부분의 것은 A-GPS, 중간부분의 것은 B-GPS, 끝부분의 것은 C-GPS라고 하고, 이들 GPS기록에 의하여 유자망의 전체 흐름을 분석하였다.

1) F₁ 漁場에서의 漂流狀態

F₁어장에서 시험조업에 사용한 그물은 20폭이였으며, 측정당시의 어장환경은 Table 3과 같고, 그물을 투하하기 시작하여 양망할 때까지의 표류상태를 추적하여 분석한 결과는 Fig. 8과 같다.

F₁어장에서 조업할 당시 20폭의 그물을 모두 투망하는데 소요된 시간은 11분 이었으며, 투망완료 후 양망을 시작할 때까지 대기한 시간은 51분이었다.

Fig. 8에서 그물의 뺨친 방향은 △→○→□의 순으로 투망하였으므로 190°였고, 투망이 완료된 시점에서의 전체 어구의 방향은 점선 LC로써 200°였다. 양망 시작 당시의 어구의 전개된 형태는 점선 LH와 같이 나타났다. 따라서, 투망 완료후

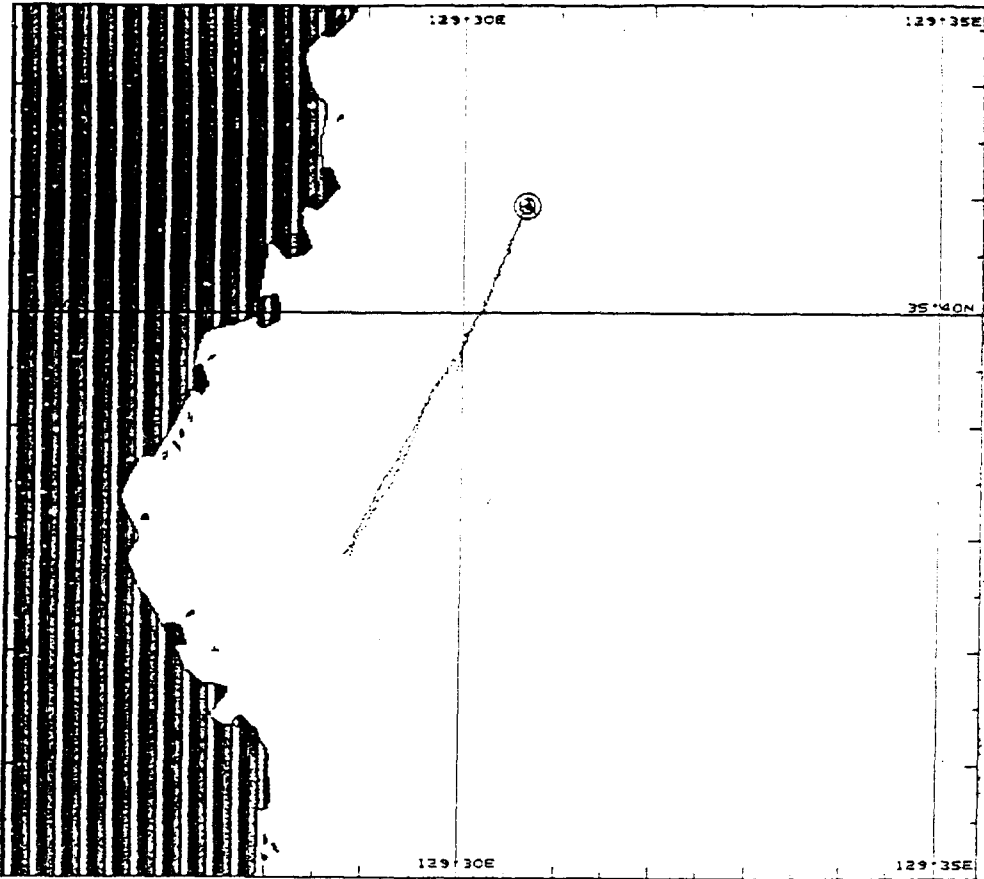


Fig. 7. Comparison of tracks by 3 GPS.

Table 3. Oceanic environment in the F₁ fishing ground

*Name of GPS	Water temperature(℃)	Current		Drift time (min)	Depth (m)	Net depth (m)
		Set	Rate(kt)			
A - GPS	21.0	E~ENE	0.86	62	60	20~28
B - GPS	20.4	E~SE	0.88	84	60	20~28
C - GPS	20.8	E~NE	0.81	108	60	20~28

*Name of GPS set on net.

양망이 시작될 때까지 그물 전체는 170° ~ 180° 방향으로 표류하고, 표류속도는 대략 0.82kt였다. 또한 중간부분이 나타난 원인은 Table 3에서와 같이 중간부분이 그물전체의 표류 방향과 거의 일치한 때문이라 생각된다.

Fig. 9의 어군탐지기 기록에서 어구의 모양과 어군이 잘 나타났으며, 이 당시 어획상태는 양망당시

의 어탐 기록으로 Fig. 9와 같고 첫폭에서 셋째폭에서만 집중적으로 약 400kg정도 이망되었고, 나머지 부분은 거의 이망되지 않았다.

2) F₂ 漁場에서의 漂流狀態

F₂어장에서 시험조업에 사용한 그물은 17폭이었으며, 측정당시의 어장 환경은 Table 4와 같고,

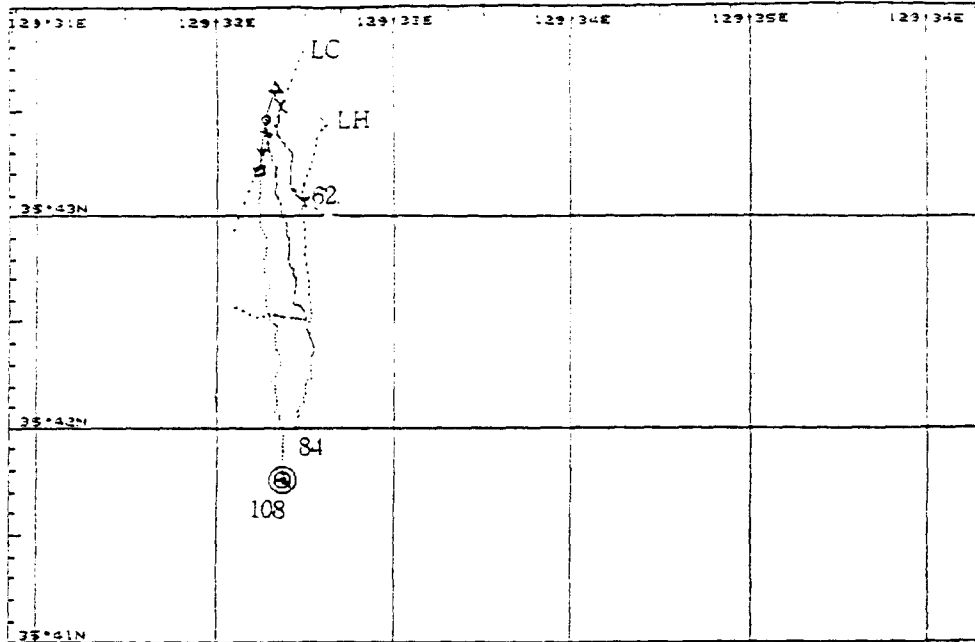


Fig. 8. Drifting tracks of an anchovy drift drift gill net at fishing ground F₁.

- △ : Position of A GPS on starting point at casting net.
- : Position of B GPS on middle point at casting net.
- : Position of C GPS on finishing point at casting net,
- ◎ : Position at which hauling net was finished
- : Direction of expected stretching net.
- 62, 84, 108 : Drifting time of net(min)
- LC : Line of casting end net.
- LH : Line of hauling start net.

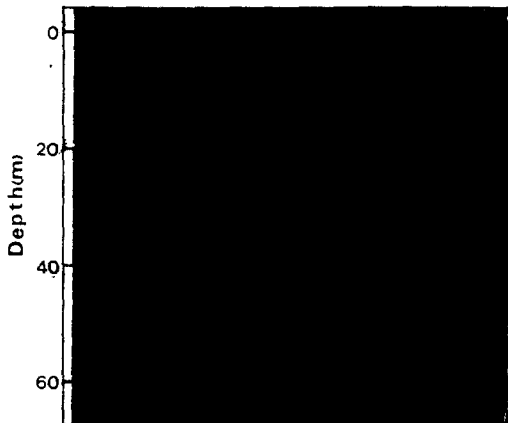


Fig. 9. Fishfinder record when hauling net at the fishing ground F₁.

그물을 투망하기 시작하여 양망할 때까지의 표류 상태를 추적 분석한 결과는 Fig. 10과 같다.

F₂어장에서 조업할 당시 17폭의 그물을 투망하는데 소요되는 시간은 9분이었으며, 투망 완료후 양망을 시작할 때까지 대기한 시간은 25분이었다.

Fig. 10에서 그물의 뺨친 방향은 △→○→□의 순으로 투망하였으므로 20°였고, 또한, 투망이 완료된 시점에서의 전체어구의 방향은 점선 LC로써 20°였으며, 양망 시작 당시의 어구의 전개된 형태는 점선LH와 같이 나타났다. 따라서, 투망 완료후 양망이 시작될 때까지 전체적으로는 210°~220° 방향으로 표류함을 알 수 있었다. 평균표류속도는 0.75kt였다. 투망완료선 LC가 양망시작선 LH에 대한 약 20° 좌회전 하는 방향으로 그물전체가 회전하여 남쪽으로 향하게 된 것은 투망시작점의 유속이 투망 완료점 □의 유속보다 느리고 유향이 SE에서 S로 바뀌었기 때문이라 생각된다.

투망당시의 어군의 기록은 Fig. 11과 같았다. 이

Table 4. oceanic environment at fishing ground F2

*Name of GPS	Water temperature(℃)	Current		Drift time (min)	Depth (m)	Net depth (m)
		Set	Rate(kt)			
A - GPS	21.4	SE	0.90	97	60	20~28
B - GPS					60	20~28
C - GPS	21.2	S	1.04	38	60	20~28

*Name of GPS set on net.

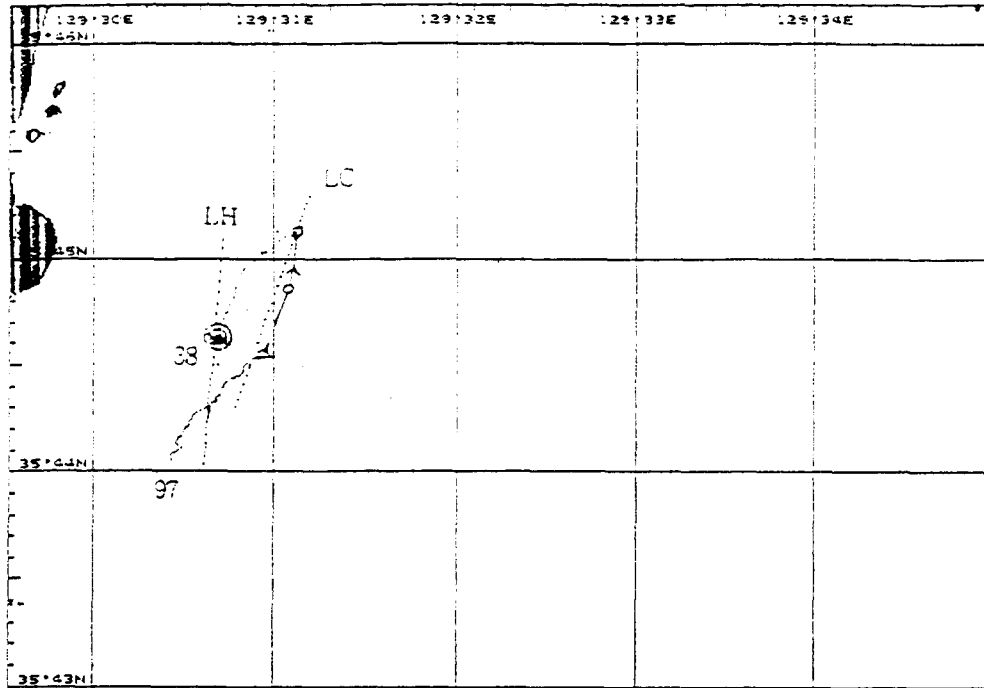


Fig. 10. Drifting tracks of an anchovy drift gill net at fishing ground F2.

- △ : Position of A GPS on starting point at casting net.
- : Position of B GPS on middle point at casting net.
- : Position of C GPS on finishing at casting ent.
- ⊙ : Position at which hauling net was Started.
- ← : Direction of expected stretching net was Started.
- 38, 97 : Drifting time of net(min).
- LC : Line of casting end net.
- LH : Line of hauling start net.

당시의 기록에서와 같이 어군이 고르게 분포되어 17쪽 모두 고르게 이망되었으며 이 때의 어획량은 약 3,000kg이었다.

3) F₃ 漁場에서의 漂流狀態

F₃어장에서 시험조업에 사용한 그물은 20쪽 이었으며, 측정당시의 어장 환경은 Table 5와 같고 그물을 투망해서 양망하기까지의 표류상태를 추

적하여 분석한 결과는 Fig. 12와 같다.

F₃어장에서 측정당시 20쪽 그물을 모두 투망하는데 소요되는 시간은 총 11분 이었으며, 투망완료 후 양망을 시작할 때까지 대기한 시간은 33분이었다.

Fig. 12에서 그물의 뺀 방향은 △→○→□의 순으로 투망하였으므로 35°였으며, 또한, 투망이

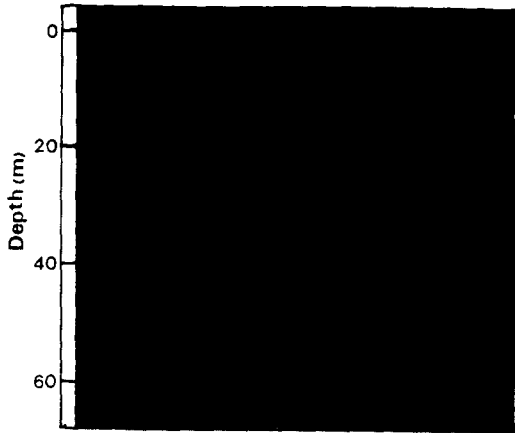


Fig. 11. Fishfinder record when casting net at fishing ground F₂.

완료된 시점에서 전체어구의 방향은 점선 LC로써 50°였으며, 양망 시작 당시의 어구의 전개된 형태는 점선 LH와 같이 나타났다. 따라서, 투망완료후 양망이 시작될 때까지 그물전체는 330°~340° 방향으로 표류하고, 평균표류속도는 0.63kt였다. 투망완료선 LC가 양망시작선 LH보다 약 40° 우회 전하는 방향으로 그물이 변하게 되었다. 이와 같은 원인은 투망시작점 △의 유속이 Tabl 5와 같이 양망시작점 □의 유속보다 빠르고 유향이 N에서 NW로 바뀌었기 때문이라 생각된다.

투망 당시의 어탐기록은 Fig. 13과 같으며, 첫째 그물쪽에서 열번째 그물쪽 사이에 집중적으로 약 3,000kg이 망되었고, 나머지 뒷부분은 이망되지 않았다.

要 約

본 논문은 1994년 8월 1일부터 10월 5일 사이에 대변항을 중심으로 조업하고 있는 근해 멸치유자망 어선의 멸치유자망 표류상태를 측정하기 위하여 멸치유자망에 GPS 3개를 설치하여 유자망의

흐름을 측정하고, 조류계로 유향·유속을 측정하여 어구의 표류상태와 이들 상호간의 관계에 대해 검토, 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 육상 고정점에 대한 GPS의 95%확률원 오차는 대변항에서 79.8m였고 표준위치로부터 평균 편위거리는 21.0m였다.

2) 대변항에서 GPS의 PDOP와 HDOP의 평균 값은 각각 3.5, 1.9로서 비교적 안정된 측위를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

3) Lat 35° 41.5'N에서 35° 43.5'N, Long 129° 30.1'E에서 129° 31.2'E 사이의 어장에서 그물의 뻗은 방향은 190°였고 투망이 완료된 시점에서 전체 어구의 방향은 200°였다. 양망 당시 어구의 전개된 형태는 직각으로 휘어진 모양이며 투망 완료 후 양망이 시작될 때까지 그물 전체는 170°~180° 방향으로 표류하였다. 평균표류속도는 0.82kt였다.

4) Lat 35° 44.0'N에서 35° 45.2'N, Long 129° 33.0'E에서 129° 34.0'E 사이의 어장에서 그물을 뻗은 방향은 20°였으며, 투망 완료시 어구의 전개는 20° 방향이고 양망 당시 어구의 전개된 형태는 N에서 S로 바뀌었는데, 투망 완료후 양망이 시작될 때까지 평균적으로 210~220° 방향으로 표류함을 알 수 있었다. 평균표류속도는 0.75kt였다.

5) Lat 35° 44.9'N에서 35° 46.0'N, Long 129° 34.0'E 사이의 어장에서 그물 뻗은 방향은 35°였으며, 투망 완료된 어구의 형태는 50°였고 양망 시작시 그물의 방향은 E에서 S방향으로 바뀌었다. 그물은 330°~340° 방향으로 표류하였다. 평균표류속도는 0.63kt였다.

參考文獻

1) 合田政次, 久野俊行, 中根重勝(1989) : GPSの定点

Table 5. Oceanic environment in the F₃ fishing ground

*Name of GPS	Water temperature(℃)	Current		Drift time (min)	Depth (m)	Net depth (m)
		Set	Rate(kt)			
A - GPS	20.4	N	0.71	44	46	7~15
B - GPS	20.4	N	0.73	74	46	7~15
C - GPS	20.5	NW	0.65	92	46	7~15

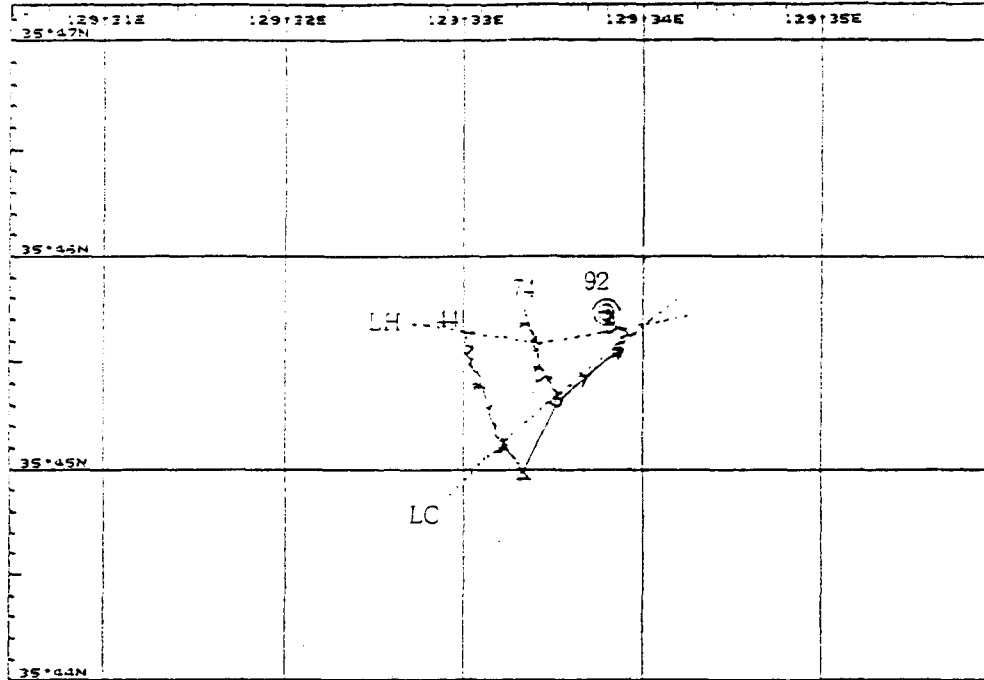


Fig. 12. Drifting tracks of an anchovy drift gill net at fishing ground F3.

- △ : Position of A GPS on starting point at casting net.
- : Position of B GPS on middle point at casting net.
- : Position of C GPS on finishing point at casting net.
- ◎ : Position at which hauling net was finished.
- ← : Direction of expected stretching net.
- 44, 74, 92 : Drifting time of net(min).
- LC : Line of casting end net.
- LH : Line of hauling start net.

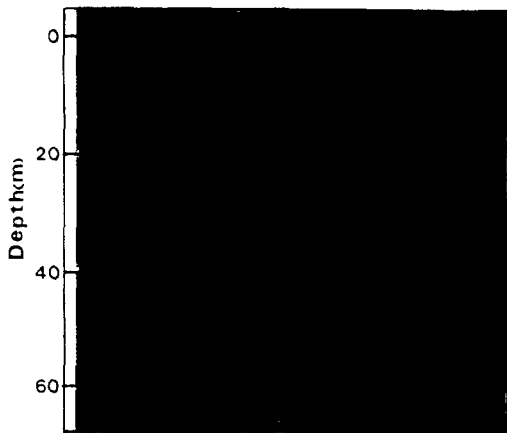


Fig. 13. Fishfinder record when casting net at fishing ground F₃.

における測位精度. 日本航海學會誌, 航海第102號, 27-33.

- 2) 實藤了, 本村宏治郎, 水谷壯太郎(1988): GPS航法の定点観測結果について(測位誤差の累積確率と測位結果の分布). 日本航海學會誌, 航海 第97號, 77-82.
- 3) 本村宏治郎, 實藤了, 水谷壯太郎, 長友洪太, 大村千之(1988): GPSの測位精度-I(定点における測位結果). 日本航海學會誌, 航海 第96號, 33-46.
- 4) 辛亨鎔(1993): 韓國東南沿岸에서의 GPS의 測位精度. 韓國漁業技術學會誌, 29(2), 87-93.
- 5) 李元羽, 辛亨鎔, 李昊在(1993): 群山地域에서의 GPS 測位精度 解析. 韓國水産學會誌, 26(3), 250-257.
- 6) 片山普(1992): GPSの選擇利用性(SA)の測定. 日本航海學會誌, 航海 第113號, 4-11.
- 7) 木村小一(1991): GPSにおける選擇利用性について. 日本航海學會誌, 航海 第 109號, 27-33.
- 8) 李義祥, 辛亨鎔, 金基允, 李昊在(1993): 부산에서의

GPS에 의한 멸치 流刺網의 漂流狀態測定

- Differential GPS의 측위정도. 한국항해학회지, 제 17권 3호, 49-56.
- 9) 加瀬順日, 林尙吾, 菊岡仁(1992): 데이ファレンシャルGPSとその應用. 日本航海學會誌, 航海 第111號, 42-50.
- 10) Jacques Baser(1989): On the Use of DGPS Correction at the Ground Transmitters. The Institute on Navigation Proceedings of INOGPS-90, September, 319-324.
- 11) 合田政次, 久野俊行, 中根重勝(1992): GPSを用いたの旋回圈の測定. 日本航海學會誌, 航海 第114號, 32-37.
- 12) 増島宏明, 花房元顯, 河内尙, 佐藤志郎, 菊岡仁(1991): GPSの利用について(旋回實驗の結果報告). 日本航海學會誌, 航海 第109號, 8-16.
- 13) 合田政次, 久野俊行, 中根重藤(1993): GPSを用いたの海流の測定. 日本航海學會誌, 航海 第118號, 9-14.
- 14) 合田政次, 久野俊行, 中根重藤(1991): GPSを用いたの表層流の測定. 日本航海學會誌, 航海 第110號, 21-24.
- 15) 林志夫(1992): 漁撈におけるGPSの利用. 異本航海學會誌, 航海 第111號, 19-29.
- 16) 福島登志夫(1989): GPSと水路業務. 日本航海學會誌, 航海 第102號, 13-16.
- 17) 本橋實(1992): GPSを利用したカーナビゲーションDシステム. 日本航海學會誌, 航海 第110號, 38-41.
- 18) 北原武, 八江陸彦, 早川清志(1977): 刺網のケジメに對する漁獲効率について. 日本水産學會誌, 43(9), 1035-1041.
- 19) 和田時夫, 北片正章(1982): サンマと中層流網による採集實驗結果と書間の行動について. 北水研報告 47, 11-22.
- 20) 李成熙, 李秉錡(1990): 北太平洋 오징어 流刺網漁場の 水平分布에 關한 研究. 漁業기술 26(3), 221-229.
- 21) 孫泰俊, 李秉錡, 張鎬榮(1984): 멸치刺網 漁獲量の 季節變動 및 漁場形成. 韓水誌, 17(2), 92-100.