

1 월의 동해 남서해역에서의 열수지와 대한해협의 냉수괴

한 영 호
부산수산대학

HEAT BUDGET OVER THE SOUTH-WESTERN PART OF THE JAPAN SEA IN THE MONTH OF JANUARY AND COLD WATER MASS IN THE KOREA STRAIT

Young Ho Han

Pusan Fisheries College, Pusan, Korea

ABSTRACT

Based on the data collected during January of 1963, 1964 and 1965, heat transfer from the sea to the air over the south-western part of the Japan Sea was evaluated by the formula of Jacobs.

The mean sensible heat transfer and the rate of evaporation in the mild winter of 1964 were 360 ly day^{-1} and 8.1 mm day^{-1} , respectively. However, these values increased as much as 690 ly day^{-1} and 11.4 mm day^{-1} in the severe winter of 1963. The heat budget of the Japan Sea in January were related to the magnitude of cold water mass formed in August in the Korea Strait.

머 리 말

온난한 해면위를 비교적 한냉한 대기가 통과할 때 공기와 수면 사이의 열교환량을 알기 위하여서는 해면에서의 현열방출량과 증발량을 측정하여야 하나, 이것들을 직접 측정하기란 현상 자체가 미세하고 측정범위가 너무나 광범위 하기 때문에 매우 어려운 점이 많다.

이런 점들을 극복하기 위하여 Jacobs (1949, 1951)와 Manabe (1958)는 기온, 풍속, 증기압과 표면해수온도만을 사용하여 열교환량을 추정할 수 있는 실험식을 구하였다.

이 실험식들은 기온과 표면해수온도와와의 차가 크면 클수록 열교환량이 증가함을 나타냈다.

겨울철에 우리나라 동해는 cP 기단의 영향으로 한파의 내습이 빈번하고 강한 북서풍이 상존하기 때문에 대기와 해면 사이에 열교환이 왕성한 것은 기정사실이며, 이것에 대한 연구는 Matsumoto (1948, 1967), Manabe (1957, 1958),

Kondo (1964), Fujita and Honda(1966) 등 여러 명의 일본 기상학자들이 관심을 갖고 다루어 왔으나, 이들은 한결같이 동해에서의 열수지 보다 물수지(水收支)에 관심이 많았고, 일본 본토의 강설량과 상관관계를 주로 연구하였다.

본 논문에서는 한국과 일본에서 이미 관측된 해양 및 기상자료를 이용하여 酷寒을 동반한 1963년 1월과 暖冬의 1964년 1월, 그리고 평년의 1965년 1월의 열수지를 계산 비교하고, 이에 따른 여름철의 냉수괴의 세력을 비교 검토하여 보았다.

자 료

수온, 기온 및 풍속에 관한 자료는 해양조사연보와 기상월보 그리고 일본 기상청 해양기상관측자료에서 얻어진 것과 Ninomiya (1968)가 수집한자료 일부를 이용하였다.

습도는 선박에서 관측한 자료가 거의 없고, 있다해도 일본 연안지방것 뿐이기 때문에 이것을

보충하기 위하여 우리나라 동해안에 위치한 강능, 포항, 울릉도의 관측자료 (279회)를 이용하였다.

습도를 각 계급별로 나누어 보면 60~70%에서 가장 높은 빈도를 나타냈다(Fig. 1). 이것의 평균치는 69%로 Ninomiya(1968)가 이용한 평균치 76%보다 7%나 적은 값을 나타내고 있다.

이것은 東進하는 기류가 우리나라 내륙지방의 높은산을 통과하여 동해로 빠질 때 저층의 대기가 극히 건조하여지기 때문이다.

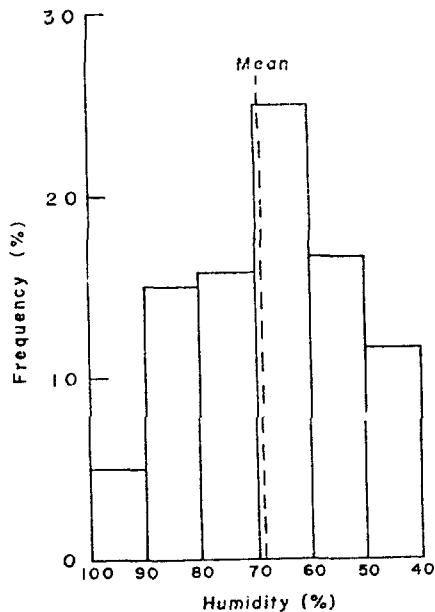


Fig. 1. The appearance frequency of the relative humidity in January.

증발량과 현열방출량

앞절에서 논의된 바와같이 동해 남서해역에서의 증발량과 현열방출량을 추정하기 위하여 Jacobs (1951)의 식

$$E=0.143V (e_s - e_a)$$

$$Q_s=5.43V (T_s - T_a)$$

를 사용하였다.

여기서 Q_s : 현열방출량 ($ly \text{ day}^{-1}$)

E : 증발량 ($mm \text{ day}^{-1}$)

V : 풍속 ($m \text{ sec}^{-1}$)

T_s : 표면해수온도 ($^{\circ}C$)

T_a : 기온 ($^{\circ}C$)

e_s : 표면해수온도에 대한 포화증기압 (mb)

e_a : 실제증기압 (mb)

증발량과 현열방출량의 분포는 Fig. 2에서와 같이 1963년에는 원산만 연안에서 최저치가 나타나고 그곳에서 남동쪽으로 갈수록 증가함을 보였으며, 최고치는 쓰시마 온난해류역에서 나타났다. 이러한 분포는 1963년 1월의 강한 시베리아 고기압의 영향으로 風系가 북서탁월풍의 풍향과 일치한다. 1964년에는 증발량은 동해 남서해역 전체가 6 mm day^{-1} 에서 10 mm day^{-1} 까지 별다른 특색없이 골고루 분포되어 있으며 현열방출량은 고위 도해역($40^{\circ}N \text{ Lat.}$)에서 최고치가 550 ly day^{-1} 이고, 남하할수록 감소하여 최저치가 $36^{\circ}N \text{ Lat.}$ 에서 200 ly day^{-1} 로 나타났다.

이와 같이 1964년 1월에는 전반적으로 다른해에 미하여 증발량과 현열방출량이 적고 분포가 별다른 특색이 없는 것은 cP기단의 세력이 약하여 다른해보다 훨씬 따뜻한 겨울이었다는 것으로 풀이 된다.

1965년에는 증발량이나 현열방출량의 분포가 다같이 고위도($40^{\circ}N \text{ Lat.}$) 해역에서 최소치가, $36^{\circ}N \text{ Lat.}$ 해역에서는 최대치가 보였다.

동해에서의 열방출량과 냉수괴의 세력

일년을 통하여 해면에서 열방출량이 가장 많다고 생각되는 1월의 평균값은 Table 1에서와 같이 1963년에 $1,374 \text{ ly day}^{-1}$ 로 가장 크게 나타나며, 1964년에 954 ly day^{-1} 로 가장 적게 나타났으며 차이가 약 500 ly day^{-1} 이상이다.

바꾸어 말하면 1963년 겨울철에는 강력한 cP기단의 영향으로 한파의 내습이 빈번하였기 때문에 해수의 열 상실량이 1964년보다 훨씬 큼으로써 1963년의 냉수괴 세력이 1964년보다 더 클 것을 예상할 수 있다.

이러한 점을 입증하기 위하여 8월의 대한해협에서의 수온수직분포를 조사하면 Fig. 3과 같이

Table 1. Heat transfer from the water in the southwestern part of the Japan Sea evaluated by the formula of Jacobs.

Year	Sensible heat ($ly \text{ day}^{-1}$)	Evaporation ($mm \text{ day}^{-1}$)	Latent heat ($ly \text{ day}^{-1}$)	Total ($ly \text{ day}^{-1}$)
1963	690	11.4	684	1,374
1964	360	8.1	486	846
1965	390	9.4	564	954

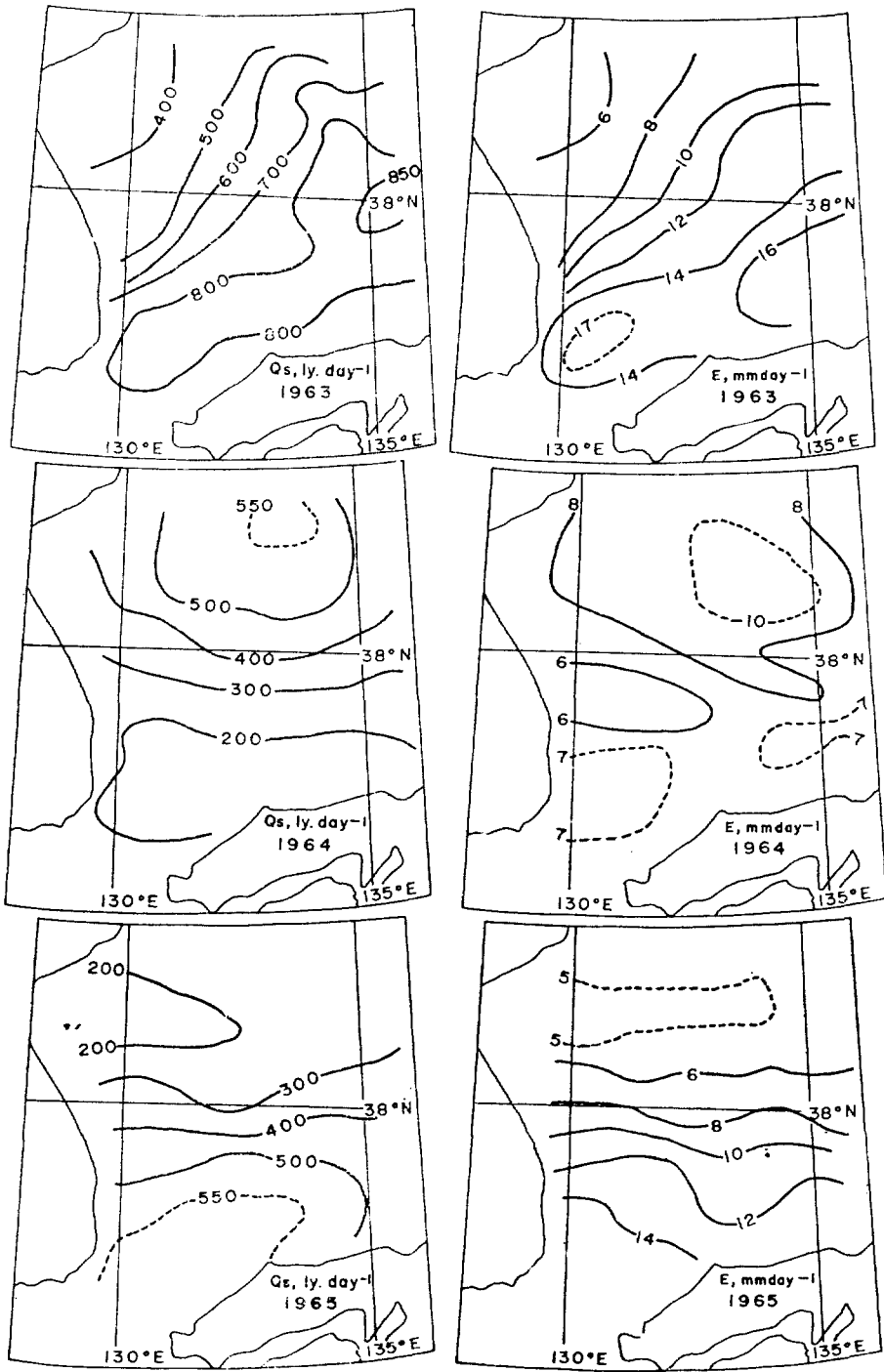


Fig. 2. Distribution of sensible heat transfer (Q_s) and rate of evaporation (E) in the south-western part of the Japan Sea evaluated by the formula of Jacobs for January in 1963-1965.

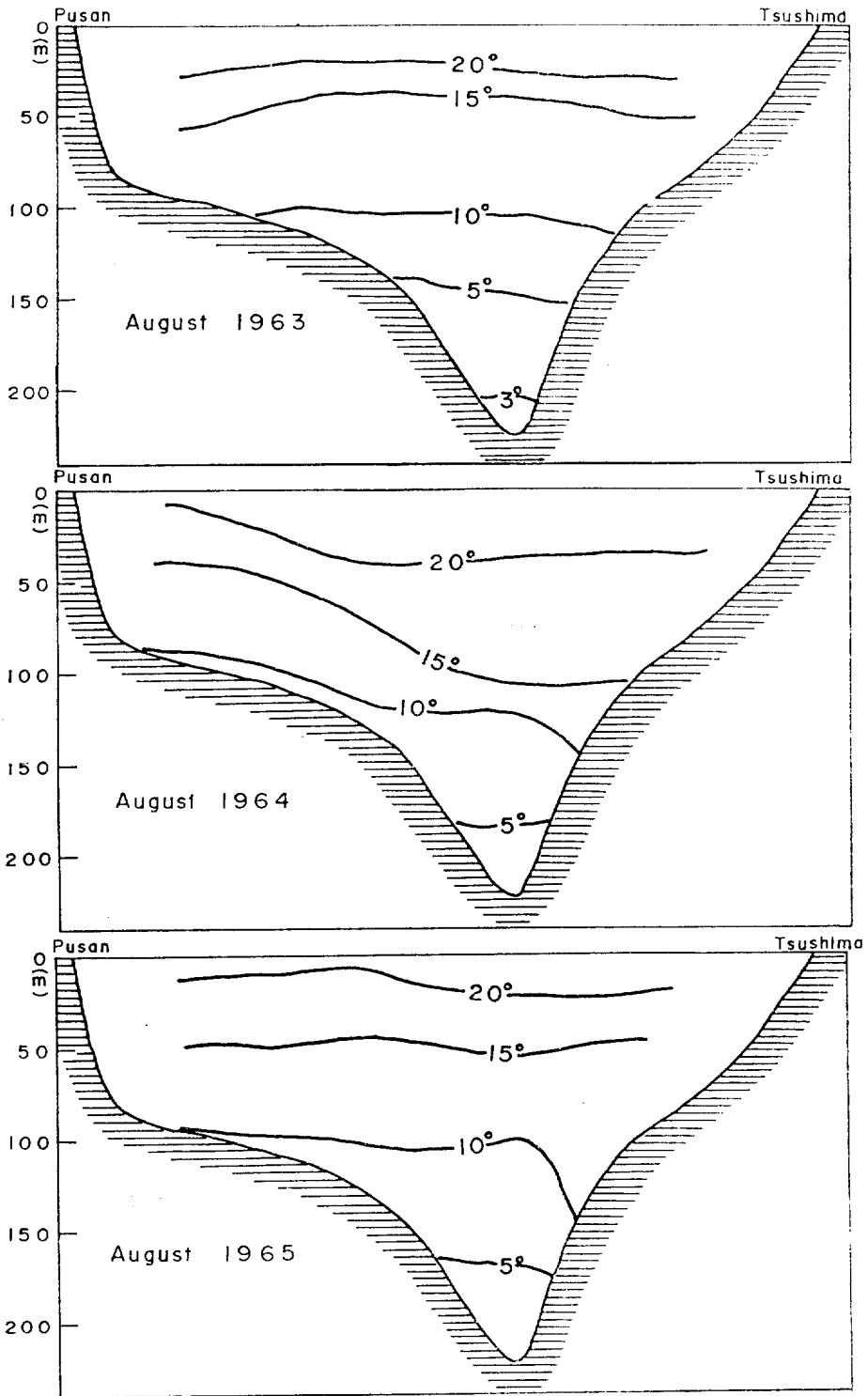


Fig. 3. Vertical distribution of temperature in the Korea Strait.

1963년의 저층의 냉수괴의 수온이 1964년과 1965년보다 더 저온이고, 5°C나 10°C의 등온선도 1963년이 다른 해에 비하여 더 높은 층까지 올라와 있는 것으로 보아 1963년에 냉수괴의 세력이 훨씬 우세한 것이 입증된다.

이러한 관계로 보아 겨울철의 동해에서의 열수지가 냉수괴 형성과 아주 밀접한 관계인 것을 알 수 있다.

결 론

Jacobs (1951)의 식에 의한 동해 남서해역에서의 1월의 열 상실량 추정과 이 추정치와 냉수괴의 세력과의 관계를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 동해 남서해역에서 상실된 1월의 평균 총열량은 한파의 내습이 심하였던 1963년이 1,374 ly day⁻¹로 최고였고, 暖冬이었던 1964년에는 846 ly day⁻¹로 최저, 그리고, 평년인 1965년에는 954 ly day⁻¹로 중간값을 보였다.

2) 8월의 대한해협의 저층냉수괴 세력은 1월의 열 상실량순으로 1964년보다는 1965년, 1965년보다는 1963년이 더 우세하게 나타났다.

REFERENCES

- Fujita, T., and T. Honda. 1966. Observational estimation of evaporation and sensible heat transfer from the Japan Sea in winter. *Tenki*, **12**, 204-213.
- Han, Y. H. 1970. On the estimation of evaporation and sensible heat transfer in the south-eastern part of Yellow Sea in the month of January. *J. meteor. Soc. Korea*, **6**, 83-87.
- Jacobs, W. C. 1949. The energy acquired by the atmosphere over the oceans through condensation and through heating from the sea surface. *J. Met.*, **6**, 266-272.
- Jacobs, W. C. 1951. Large-scale aspect of energy transformation over the oceans. *Compendium of Meteorology*, Amer. Met. Soc., 1057-1070.
- Kondo, J. 1964. Evaporation from the Japan Sea in the winter monsoon. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 5, Geophys.*, **15**, 67-75.
- _____. 1969. Summary on problem in the evaporation from the water surface. *Umi to Sora*, **45**(2,3), 3-30.
- Manabe, S. 1957. On the modification of air mass over Japan Sea when the outburst of cold air predominates. *J. meteor. Soc. Japan*, **35**, 311-326.
- _____. 1958. On the estimation of energy exchange between the Japan Sea and the atmosphere during winter based upon the energy budget of both the atmosphere and the sea. *J. meteor. Soc. Japan*, **36**, 123-134.
- Matsumoto, S. 1967. Budget analysis on the sea effect snow observed along the Japan Sea coastal area. *J. meteor. Soc. Japan*, **45**, 53-63.
- Ninomiya, K. 1964. Water-substance budget over the Japan Sea and Japan Island during the period of heavy snow storm. *J. meteor. Soc. Japan*, **40**, 317-329.
- _____. 1968. Heat and water budget over the Japan Sea and the Japan Islands in winter season. *J. meteor. Soc. Japan*, **46**, 343-372.
- Wyrski, K. 1965. The average annual heat balance of the North Pacific Ocean and its relation to ocean circulation. *J. geophys. Res.*, **70**, 4547-4560.