

海中소용돌이와 海流

해양의 과학적조사가 본격화된 것은 20세기부터와 특히 제2차세계대전후이다. 1950년에 만류를 대상으로 미국의 과학자가 공동관측을 하였는데 이것은 6척의 관측선과 2대의 항공기를 사용한 획기적인 것이었다.

崔榮博 <水原大 總長 理博>

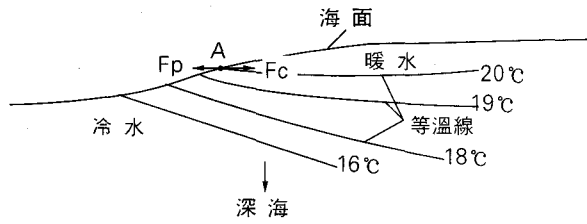
바다속의 소용돌이

옛날 바다속에는 수km에서 때로는 수천km의 범위에 걸쳐서 거의 같은 성질의 해수가 오랜시간 변화하지 않고 흐르고 있다고 생각되었다. 그런데 근자에 와서는 해양과학의 진보로 해양관측량이 증대함과 아울러 해양에는 여러 다양한 공간규모와 시간규모를 가진 변동이 존재하고 있는 것을 알게 되었다. 그 중에서도 유달리 눈에 띄는 것이 흑조(黑潮, kurosio)나 만류(灣流) 등의 해류역에 나타나는 난수집단, 냉수집단이라고 부르는 것이다. 이것은 그 퍼지는 정도(폭이나 면적)가 100~300km 주위보다도 고온 또는 저온의 해수집단이

산재하는 형상이다.

해양중에는 큰 고온역이나 저온역이 고립해서 존재하면 회전운동을 수반한다. <그림-1>을 보면 여기에는 바다의 표층을 가로로 보고 등온선을 모식적으로 그린 것이다. 요컨대 우측에 고온수, 좌측에 저온수가 있다고 한다.

바닥의 훨씬 깊은 곳에서는 해수가 정지하고 있다고 가정하면 여기서는 압력경사는 0이 아니면 안된다. 이를 위해서는 그림의 예이지만 우측에 가벼운 물이 있으므로 해면에서 우상승(右上昇)인 것이 필요하다. 그러므로 이때 표층, 예컨대 A점에서의 압력경도(傾度)력은 우측에서 좌측으로 향하고 있다. 그래서 여기에서는 이것에 균형이 잡히는 지형류(地衡流)가 지면(紙面)



[A点是 壓力傾度力 (Fp)는右에서 左로 작용]

<그림-1>溫度差와 地衡流의 關係

에 대해 직각으로 앞면측에서 뒷면측으로 향하는 방향으로 발생하고 있다. 그렇지 않으면 이 해면경사를 계속해서 유지할 수 없는 까닭이다. 결국 북반구에서는 언제나 따뜻한 물을 우측에서 볼 수 있는 바와 같은 진행방향을 갖고 흐름을 수반하는 것으로 된다. (남반구에서는 반대의 흐름으로 된다)

그러므로 난수집단은 <그림-2(a)>와 같이 시침방향으로 회전하고 역으로 냉수집단은 <그림-2(b)>와 같이 반시침방향으로 회전하게 된다.

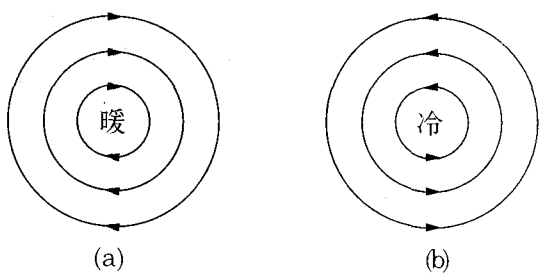
그래서 난수집단을 “暖水소용돌이”, 냉수집단을 “冷水소용돌이”라고 부른다. 난수소용돌이와 냉수소용돌이는 대

기중의 고기압과 저기압에 매우 비슷하다. 신문이나 TV에서 자주 보는 태풍의 위성사진은 저기압의 전형적인 예이나 잘보면 바람이 반시침 방향으로 소용돌이치고 있는 것을 알 수 있다. 기압의 높은 곳에서 중심의 낮은 기압부로 바람이 바르게 불어들어가지 않고 오히려 등압선에 따라서 불고 있는 것에서 태풍도 또한 거의 지형류평형의 관계를 만족시키고 있다. 이와같은 유사성에서冷水소용돌이를 저기압성소용돌이, 暖水소용돌이를 고기압성소용돌이라고 부르기도 한다.

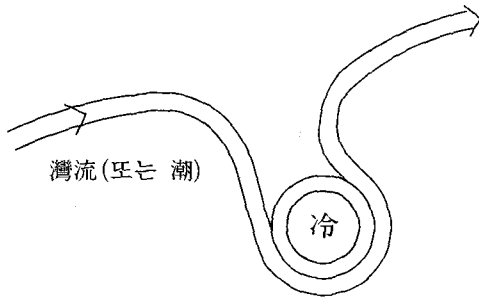
이 양소용돌이는 흑조나 만류와 같이 해류가 사행(蛇行)

할때, 예컨대 <그림-3>과같이 가운데가 조여지는 부분이 붙어서 냉수(또는 난수)의 집단이 분리되어 형성된다고 한다. 하천의 사행에 비슷한 현상으로 초생달형의 호수가 나타나는 일이 있는데 해류의 경우에는 내측에 둘러싸인 해수와 주위의 해수사이에는 온도차가 있으므로 소용돌이를 휘감고 있는것과 분리된후 보통 1개소에 정지하지 않은 점이 특색이다. <그림-3>에 나타나는 바와 같이 북측이 낮은 온도의 해수가 남측으로 피어넣게 되면冷水소용돌이역으로 남측의 온수가 북측으로 분리되면 暖水소용돌이로 된다. 만류에는 냉수소용돌이의 관측예가 많고 냉수소용돌이의 분리는 한해(1年)에서 수해(數年)가 되며 일단, 형성된 소용돌이가 소멸하기까지는 한해 또는 한해반 정도라고 추정되고 있다. 이상의 두 소용돌이 외에 “中규모소용돌이”라든가 “모오드 소용돌이”라고 부르는 것이 있다.

이것은 해류의 사행과는 관계가 없고 대양에 존재하는 소용돌이다. 모오드 소용돌이라는 이름은 MODE(Mide Dynamics Experimene)라 하는 이름의 실험이 1970년대 전반기에 대서양에서 시행될



<그림-2> 暖水소용돌이 (a) 冷水소용돌이 (b)



〈그림-3〉冷水소용돌이의 生成(蛇行部分이 분리된다)

때 처음으로 발견된 까닭이다. 중규모소용돌이라는 것은 우리들이 잘 알고 있는 풍파나 조석에 수반하는 소용돌이에 비하면 커나 해류의 대순환에 비하면 작은 까닭이다. 전술한 난수소용돌이나 냉수소용돌이도 크기로서 보면 중간정도이나 대양의 중규모소용돌이라는 성질이 다르므로 구별되고 있다.

중규모소용돌이는 직경 200km정도이나 그 소용돌이가 거의 똑바로 서있는 수직형이며 해저까지 도달하고 있는 것이 특색이다. 이에 대해冷水소용돌이나 난수소용돌이는 바다의 상층부(약천수 100m정도)에 한정되고 있다.

중규모소용돌이는 역시 지형류평형을 이루고 저기압성 소용돌이와 고기압성소용돌이가 있다. 소용돌이의 회전에 수반하는 흐름의 속도는 수 cm/sec정도이다. 이것은 외양(外洋)에 있어서 변동으로

서는 매우 큰 값이다. 최근까지 소용돌이의 존재가 간과되어온 것은 외양에서의 유속을 장기간 관측하는 기술이 여기까지 미치지 못한 까닭이 큰 원인이라고 사료된다. 현재까지 이들 소용돌이가 대양(大洋)중의 도처로 움직이면서 회전하고 있다고 생각되는데 중규모소용돌이의 활동이 해류와 같이 어떤 영향을 주고 있는가는 아직 미지상태이다.

海洋探險과 科學的 調査

우리 인류가 어느 때부터 해류에 관심을 가지게 되었을까? 희랍·로마시대에서는 바다는 지중해가 그 중심으로 그 주위를 “오케아누스”(그리스어)라 하는 대양이 둘러싸고 다시 그 외측은 세계의 끝(막다른곳)이라고 생각된 것 같다.

따라서 대서양이나 태평양의 해류에 관한 지식은 전혀

없었다고 생각된다. 하지만 BC1세기경까지는 아이슬랜드나 인도양을 탐험한 기록이 남아있는 것을 볼때 당시의 뱃사람들은 해류에 대한 느낌을 받았는지 모른다.

8~11세기에 활약한 “바이킹”은 당연히 대서양동부의 해류를 이용해서 항해하였다고 본다. 그후 15세기의 인도항로발견이나 신대륙발견등의 항해시대를 지나 해류에 관한 지식은 항해술의 발달과 전후해서 매우 증대하였다. 영국국왕의 명으로 1497년 “이탈리·제노아”의 선장 “가보트”는 “라부라도루”로 가는 도중에 해류를 발견하여 이것을 “라부라도루”해류라고 이름지었다.

또 같은 해에 “가마”는 “포르투갈”에서 아프리카 희망봉을 돌고 “모잠비크”해류에 거슬러 북상해서 1998년 아프리카 동쪽해안 “산베지” 하구에서부터 서남계절풍해류를 타고 인도의 “캘커타”에 도착한 기록이 남아있다.

“코롬부스”의 탐험항해의 뱃길 안내인 “아라미노스”는 1913년 “멕시코”만을 발견하였는데 이와동시에 “프로리다”해협에 도달해서 배를 타고 거슬러 올라갈 수 없는 강한 대해류에 조우하였다. 이것이 “만류” “아라미노스”는 이 “멕시코”

만류를 타고 대서양을 서쪽에서 동쪽으로 건너가는 최적항로를 발견한 최초의 사람이 되었다.

1595년 화란인 “린쇼텐”은 수로지(水路誌)를 작성하여 대서양에 있어서 해류를 상설하였는데 이것은 그후 100여년간 항해자의 지침이 되었다. 1678년 역시 화란인 “키리히나”가 간행한 인도양해양도 중에는 서향(西向)의 적도해류나 “아구루하드”해류가 명시되고 있다. 또한 1688년 “하레”는 인도양의 계절풍과 함께 변화하는 표층해류를 조사하였는데 나아가서는 북적도해류와 남적도해류사이에 적도만류가 흐르고 있는 것을 명백히 했다.

그런데 이와같은 15~17세기의 유럽인에 의한 대항해시대의 해양탐험은 새로운 항해나 영토를 발견해서 무역이나 식민지경영을 통한 이익을 얻는데 주목적이 있었다. 하지만 해류에 대한 과학적인 입장에서 해양탐험이 시행된 것은 1768년부터 1780년까지 “캡틴·쿠크” (영국 항해자)에 의해 3차에 걸친 세계일주이었다. 그이후 19세기에 들어와서 과학자가 타고 함께 항해조사하는 경우가 많게 되었다. 그중에서 “다아윈”이 탄

“비이구루호”의 탐험(1831~1836)이나 영국 “차렌지”호의 대항해(1872~1876)에 의한 해양학의 관측방법의 확립이 유명하다. 해양의 과학적조사가 본격화된 것은 20세기부터와 특히 제2차세계대전후이다. 1950년에 만류를 대상으로 미국의 과학자가 공동관측을 하였는데 이것은 6척의 관측선과 2대의 항공기를 사용한 획기적인 것이었다. 그결과, 해류는 단순하게 허리띠와 같은 帶狀을 이루고 있는 것이 아니고 수일에서 수주간 사이에 크게 유로를 바꾸거나 또는 역류나 소용돌이를 수반하고 있는 것을 알게 되었다. 1951년에는 해양학사상 최대의 발견이라고 말하는 “적도잠류”를 발견하였다. 적도의 표층에는 남적도해류가 동쪽에서 서쪽을 향해 흐르고 있는데 그 바로 직하에는 역으로 서쪽에서 동쪽을 향해 강한 흐름이 있는 것을 발견하였다. 이것은 폭이 200~300km, 길이 수천 km, 최대유속이 150cm/sec에 도달하는 대해류로서 해면아래 100~300m 정도에서 흐르고 있다한다. 이 적도잠류는 발견자의 이름을 따서 “크롬웰”해류라고 부른다. 과거 30년간 해류의 관측이 수없이 실시되었다. 하

지만 그 실체는 아직 명확하지 않다. 최근에는 흑조와 만류의 2대해류에 대한 비교적 조사가 진전되었을뿐이다.

세계에서 해류라고 이름지어진 흐름은 40가지이상이나 되고 크거나 강도도 천차만별이다. 오늘날까지의 관측에서 해류의 성질을 요약하면 다음과 같다.

① 해류는 바다속을 100km 이상, 길이 수백km에서 수천 km에 걸쳐 흐르고 있다.

② 한해류에도 그 폭이 변화하든가 역류를 발생하며 소용돌이가 발생·소멸해서 복잡한 변화를 되풀이 하는데 평균적으로는 한방향으로 계속 흐르고 있다.

③ 해류의 표준유속은 수 10cm/sec이다. 단, 특히 강한 해류(흑조, 만류, 모잠비크해류, 적도잠류)에서는 최대유속이 150cm/sec에서 250cm/sec에 도달하는 경우도 있다.

④ 해류중에서는 허리띠 모양의 양기슭의 흐름이 가장 느리고 중앙이 가장 빠르게 흐르는 것이 보통이다. 두께도 장소에 따라 다르나 보통 200~1000m정도이다. (남극환류와 같이 두께가 3,000 이상되는 해류도 있다)㉞