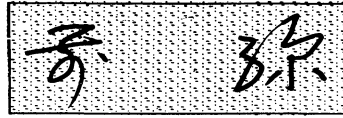


## Critical Level



## 用語解説 (34)

## STD

流速と、波動の位相速度が等しくなる所を critical level と言う。critical layer や steering level も同様の意味に使われる。critical level は、流体中の波動の安定性や伝播性と密接に結びついている。

Lin (1945, 1955) は parallel flow の安定性に関して critical level の数学的取り扱い及びその物理的意味を明らかにし、又 Bretherton (1966) は準地衡風モデルについて critical level と不安定波の関係を端的に示した。今、例として東西方向に流れる parallel flow を考えよう。この流れのもつ渦度を  $Q$ 、波動に伴う流体粒子の南北変位を  $\eta$  とすると、波動に伴う渦度の南北輸送  $-\rho dQ/dy \eta \cdot d\eta/dt$  は領域内で積分すると零にならなければならない。一方、波の東西波数を  $k$ 、位相速度を  $c=c_r+ic_i$  とすると、 $\eta$  と流線関数  $\phi$  の関係から

$$\frac{k}{2\pi} \int_0^{2\pi/k} \eta \frac{d\eta}{dt} dx = \frac{1}{2} \frac{|\phi|^2 k c_i}{(U-c_r)^2 + c_i^2} e^{2k c_i t}$$

が得られる。今、 $y=y_c$  の流速  $U$  と  $c_r$  が等しく ( $y=y_c$  が critical level)、 $c_i=0$  (中立波) とすると、 $y=y_c$  で  $dQ/dy$  が零でないかぎり、上の式でわかるようにここで渦度の南北輸送が無限大になってしまう。従って、この様な (基準振動の) 中立波は存在出来ない。存在しうる場合は、 $dQ/dy=0$  がある点でなり立ち、そこが丁度 critical level になる場合か、またはたまたま critical level で振幅  $|\phi|$  が零になる場合以外にはない事になる。逆に不安定波が存在するためには、 $dQ/dy$  が流体内で符号を変える事が必要になる (Rayleigh の定理)。

伝播論に関しては、特に成層図の波動に関連して研究が活発である。地形、その他によって作られた準地衡風波動が伝わるのに適した条件は、極付近以外の所で、 $\partial Z/\partial y/(U-c) > 0$  となることである (Charney and Drazin, 1961; Dickinson, 1968)。但し  $Z$  は準地衡風渦位である。もしも critical level が存在すると、そこで波動による運動量輸送 gap がおこり、その差が平均流に吸収されてその流速を変えることになる。松野 (1971) は、対流圏の地形性擾乱が上方に伝播してゆき、上層の西風を弱めて critical level を作り出し、そこでの熱の北向き輸送で極が加熱されるような突然昇ノ

海洋中の力学的な場においては、塩分 (Salinity) と水温 (temperature) が海水の密度を決定する要素となる。観測によってこれらの量の分布を知るには、各観測点においてそれぞれの鉛直分布を測定する方法がとられる。これは大気に対する高層観測に似ているが、海洋観測では一隻の観測船で広い海域の多数の観測点を受付けもつのがふつうであり、各観測点での測定は時間的にずれ、その海域の1回の観測を全部終了するまでには相当の日数を要する。この間、場は定常であるという仮定をしなければならず、時間的変動を問題にするには観測時間の短縮が望まれる。

この測定に、最近 STD という測器が使われるようになった。これは Salinity-Temperature-Depth Recorder の略で、ケーブルの先端に塩分、温度および深度 (圧力) をそれぞれ電氣的に測るセンサーがついており、これらからの信号は FM 多重化されて1本の同軸ケーブルを通じて船上に送られ直ちに記録される、という方式のものである。ケーブルによって吊下げたセンサーはウインチによって上下され所定の深さまで往復する間にレコーダー上にはそれぞれ塩分と温度の連続的なプロフィールが描かれる。また信号を直接計算機に入れて力学計算をさせ、流れの場を求めるなどの処理も可能である。最高深度6,000mまでの測定ができるが1,200mまでの測定の場合約20分で測定が終る。従来この目的の観測は、転倒温度計をつけたナンセン採水器を必要な測定深度の数だけワイヤーにとりつけて降ろすいわゆる「各層観測」(Nansen cast) が主力であった。これは STD に比べると約3倍の観測時間を要し、さらに読取りや分析にも多くの労力と時間をかけなければならない。このようなわけで STD 観測 (STD cast) は各層観測に代って基本的な海洋観測となってきたが、海水中の酸素など溶存物質の測定にはやはり採水器を使った観測が必要である。

[竹田 厚]

温モデルを提示している。Miles (1957) は、又風から海の表面の波にエネルギーが与えられる機構の一つとして、海面上の境界層中の critical level が重要であることを指摘している。

[時岡達志]