

271

350

No. 271

陸水学と沿岸海洋学に連関する諸問題

宇 田 道 隆

Problems interrelated to limnology and near-shore oceanography

By Michitaka UDA

1. 気候変化による陸水資源の変動

(1) 周 期 雨雪等の降水として地球陸上表面に供給される水量は年によつて大きな変化がある。従つて早ばつによる湖沼、河川、地下水の低水位と降水量の長年変化を調べた結果は、すでに BRÜCKNER の周期 30 年にみられるように、平均 30 年前後で典型的に目立つたサイクルが 20~50 年とされ、長いのは 35 年以上の周期を示し、短い 20~27 年のはこれより少く現れる。しかし、ソ連河川流出量にはより短いサイクル (5~9 年のもの) が観測されている (A.V. SHNITNIKOV [2])。スカンジナビアの湖沼、河川では 9~15 年で、太陽活動周期とよく合致する。このような早ばつによる湖沼、河川水位の周期は土地の性状等により、空間的分布を異にする。

(2) 気候学的にみた早ばつの因子 J. NAMIAS [3] によれば、夏の早ばつ (例えば 1955 年夏) は中央 (対流圏) 大高気圧とそれに伴う正の気圧偏差に関係する。北半球で春季に暖乾天候をおこす大気循環により夏の早ばつがおこる。この場合、太平洋、大西洋上の夏の大高気圧の正偏差が大きい。このような気圧分布の変化が早ばつ、従つて陸水資源減少 (湖沼および河川の水位低下がその指標) の原因となる (逆の場合には多雨出水に変る)。

(3) その他の因子 R.G. MANN ら [4] は最少流量と最も確率の大きい流量の予察方式をミシシッピー川についてつくつた。河川の流量は気候変化のほか、田畑の耕作状態や森林の成長伐採、植林状態など人間の活動による変化も影響する。土壌の物理、化学的性状、傾斜面の勾配などの影響はもちろんである。

降雨、気温等、気象変化は高山の雪どけ水流量の好指標となり (FORSMAN [5])、これによる流量変化の予察資料となる。しかし湖沼、河川の水位は降水に対しあるおくれがあり、反応時間 (response time) がかかる。反応時間は貯水容量に対する放水量の変化の比であらわれ、この値の長いほど流出量変化は少ない (LANGBEIN [6])。

$$\frac{\text{年流出量変化振幅}}{\text{年流入量減少振幅}} = 0.49 \text{ (反応時間 2 年)} \sim 0.10 \text{ (反応時間 50 年)}.$$

2. 河口域の海洋学と陸水の影響

(1) 陸 水 雨雪水の注入によつて海水塩分がうすめられるので、出水の影響は塩分低極の出現によつてその伝達が沖合に向つて時間的におくれているのを知る (尾鷲湾では 2~3 日) ことができる。冬、春など低温河川水の注入するときは水温も変化するが、この方は普通わずかである。

(2) 栄養塩 河川水流出により江湾、河口域で栄養塩 (窒素化合物、珪酸塩、磷酸塩) を増すことは、下層からの湧昇水と、ひき入れ (entrainment) が加わるので簡単ではないが、富栄養化に役立ち、ノリ、カキ、アサリ等増養殖場はもとより、イワシ、エビなどの漁場、生産力に関係する。日本沿岸漁業はもとより、中国の揚子江、黄河等の大河によ

る東シナ海、黄海、ボツ海などのエビ、底魚等の生産力に関連し重要課題である。プランクトンの大増殖、赤潮等の関係も興味がある。

(3) 河川溶在固形物の流出 (DURUM ら [7]) 高度に管理されたコロラド川を除き、米国諸河川よりの化学的物質の流出率は、82トン/1平方マイル/年と概算され、西部乾燥地帯、メキシコ湾平原地方の34トン/1平方マイル/年から湿潤な北大西洋に面する傾斜地帯の134トン/1平方マイル/年にまたがる。全体として1年間の河川からの海へ運び出されている化学的物質の流失量は224.7(百万)トン、そのうち55%ぐらい(123百万トン)はミシシッピー川からである。そしてメキシコ湾は約67%を受けとり、太平洋に約21%、大西洋に約12%はいる。ソ連領土については(ALEKIN ら [8])、溶在塩類中約71%の(イオン態分子化学的物質の流出が海に達し、44.5トン/平方マイル/年で、年々約287(百万トン)のイオン分子の物質が海に流出しており、そのうち204.56(百万トン)は北氷洋へはいる。重要なアルカリ金属(cesium, lithium, rubidium はごく低濃度)はスペクトログラフで定量分析され、boron, barium, strontium, chromium, copper, lead, titanium を検出、重金属の chromium, copper, nickel, lead は大がいの河川水域より検出され、一般に濃度 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下であつた。

表2 河川よりの全体の%としてのイオンの化学物質流出の組成

| 流 入 海 盆 | Ca | Mg | Na+K | CO ₃ | SO ₄ | Cl |
|--------------------|------|-----|------|-----------------|-----------------|------|
| バレンツ海, 白 海…………… | 23.6 | 5.2 | 6.1 | 38.0 | 20.3 | 6.8 |
| 黒 海, アゾフ海…………… | 22.1 | 4.4 | 9.4 | 34.6 | 21.1 | 8.4 |
| バルト海…………… | 24.7 | 6.4 | 3.9 | 51.1 | 8.9 | 5.1 |
| ラプテフ海, チュクチ海…………… | 19.5 | 4.8 | 11.9 | 34.0 | 16.3 | 13.6 |
| ベーリング, オホーツク海, 日本海 | 21.1 | 5.6 | 9.3 | 41.3 | 15.8 | 6.8 |

註 メーコン川の運ぶ量につき小林 [9] は同河口より 1500 km 上流の Nongkai で 20.5 百万トン/年 と算定した。

以上のように、莫大な流出化学物質の水産上の効果はもとより、工業的資源としての回収など今後によくの問題を提供する。また河川の微量な特殊成分が独特のニオイ (smell) を流水に与え、サケ、マスの母川回帰を誘うものになっているかも知れない。

(4) 砂泥堆積 (LINDENER ら [10]) 感潮河川の口は入江につながり、成層型、完全混合型、不完全混合型の3型が卓越する。二重成層型の下層塩水が淡水中に河川上流に向けて楔状に進入する salt water wedge が上層からおちて来る懸濁砂泥粒子をつかまえて、とりこにし、これが砂洲のように底に堆積して浅瀬をつくり、時には下層流にはこぼれて、河川の上手の港などすつかり浅くしてしまい、ドレッジに莫大な経費を投じなければならぬ例 (Cooper River [11]) もある。特に日本でも多雨出水季、台風洪水期に間

題となる
ない、二
水域の埋
(5) 汚
し、今や
散につい
実験が要
調査も併
調査も行
河川と海
(6) 地
水などに
地帯(東
水の注入
塩の分離
蝕や浪害

河川と
れている
早ばつ
変化、特
らない。
殖場の造
と一しよ
学者など

Intern
Comm

- 1) L
flo
- 2) S
in
- 3) N
of

題となる。またダム出水によるブリ定置網漁場に及ぼす影響など論ずるおりに看過できない。ニゴリの量の測定、水中照度を河川、河口入江で鉛直的に調べる必要がある。河口水域の埋立も、高潮、洪水、浪害、流動変化などが問題になる。

(5) 汚染水拡散 水質汚毒は鉱工業廃水、都市廃水の処理、放射能汚染水などに関連し、今や水産上、衛生上も大問題となつており、河川、浅海内湾で特に激化している。拡散についてはタービュレンス（乱流）と共にその混合係数、置換係数などの算定、実測、実験が要求せられ、プランクトン（珪藻等）や魚卵、稚魚、ベントスなど併せて生物学的調査も併行的に必要となつている。アイソトープの Cr^{51} 、Scandium 46 など追跡子に用い調査も行われている。発光色素、ローダミン B などもよく用いられる (PRITCHARD [11])。河川と海の浄化こそ焦眉の急である。また、地下水の放射能汚染も問題である。

(6) 地下水の利用 海岸から流失する伏流地下水の算定も重要な課題である。工業用水などに地下水の汲揚げが過度のため地盤沈下が年々甚だしくなつているのは大都市工業地帯（東京、名古屋、大阪、新潟など）にひとしく困難な問題となつている。加圧再使用水の注入還元なども当然考えられよう。また海岸に近いところでは塩水混入のため、水と塩の分離がイオン交換樹脂等や、電解法、その他の方法で考えられねばならない。海岸侵蝕や浪害の問題も地盤沈下と共に加速的に生活をおびやかす重要性を加える。

結 び

河川と海の間には陸水学、海洋学、水産学、工業、衛生、交通などの立場から解決を迫られている境界域問題が年々増加して来ている。

早ぼつ、洪水による河川と近岸沿海の水量、流速、砂泥運搬、底、動植物、水質などの変化、特に台風など暴風水害に伴う変化とこれらの予察および防災対策が研究されねばならない。沿海におよぼす河川出水の生産力への影響と積極的な土木事業により漁場、増養殖場の造成など進めらるべきである。なお流亡化学（鉱物）資源の利用回収も汚濁水防止と一しよに研究をいそぐべきである。これらはすべて陸水学者、海洋学者、水産学者、工学者などが強力で共同連合して解決に当るべき問題である。

参 考 文 献

International Association of Scientific Hydrology. General Assembly of Helsinki. Commission of Surface Waters, Publication No. 51, 1960. 中の下記文献。

- 1) LINSLEY, R. K., & N. H. CRAWFORD (1960): Computation of a synthetic stream-flow record on a digital computer. 同上, p. 526~538.
- 2) SHNITNIKOV, A. V. (1960): Cyclic regularities of the general moisture supply in the semi-arid zone of the U. S. S. R. 同上, p. 121~122.
- 3) NAMIAS, J. (1960): Factors in the initiation, perpetuation and termination of drought. 同上, p. 81~94.

- 4) MANN, R. G., & E. M. RASMUSSEN (1960): Extending lowflow forecasting operations on the Mississippi river. 同上, p. 193~200.
- 5) FORSMAN, A. (1960): Effect of air temperature and rainfall on snowmelt runoff. 同上, p. 511~516.
- 6) LANGBEIN, W. B. (1960): Water levels as indicators of longterm precipitation or runoff. 同上, p. 517~525.
- 7) DURUM, W. H., HEIDEL, S. G. & L. J. TISON (1960): World-wide runoff of dissolved solids. 同上, p. 618~628.
- 8) ALEKIN, O. A. and L. V. BRAZHNIKOVA (1957): New data on the discharge of dissolved substances from the Territory of the USSR. Proc. of the Acad. of th USSR. 114, No. 1~6.
- 9) KOBAYASHI, J. (1959): Chemical investigation on river waters of Southeastern Asiatic Countries. Berichte des Ohare Instituts für landwirtschaftliche Biologie. 11, Hf. 2. p. 167~233.
- 10) LINDENER, C. P. (1960): Currents in tidal reaches of rivers and their effect on shoaling of side basins. 同上. p. 290~301.
- 11) PRITCHARD, D. W. & J. H. CARPENTER (1960): Measurements of turbulent diffusion in estuarine and inshore waters. 同上, p. 361.
- 11') The Johns Hopkins University. Chesapeake Bay Inst. Collected Reprints. 1955~56, Vol. 3, p. 436.

* 後記: 1960年7月30日ヘルシンキの国際海洋物理学会 (IAPO) は, ソ連海洋地質学者 V. P. ZENKOVICH, V. V. LONGINOV の提唱した「沿岸海洋委員会」設立案をとりあげ, 8月6日 IUGG 総会で可決した。これは, 沿岸水帯, 特に波力の及ぶ浅海水域について, 波や流れ等のエネルギーがどのように海陸の境界, 海底にはたらいいて, 陸圏を破壊し, 海岸地形や海底を変えるか, 主として力学的に研究し, 海岸造築防護, 漂砂堆積, 港湾, 海岸採鉱 (砂鉄等), 近岸動植物への影響等を問題とする。特に暴風時の港の変化, 水と砂泥岸石片の運動変位, 波による流れとその非対称性, 浅海潮汐力学と塩水進入による河口水域の土砂堆積の物理的機構等が問題とされる。

S U M M A R Y

Reviews on the cyclic fluctuation of land water level due to drought, transport of dissolved chemical substances, sedimentation in river and estuary &c with some discussions were presented. Boundary problems linked to limnology and oceanography are stressed.