

信州大学大学院 学生員 新村 亮
 信州大学工学部 正 員 荒木 正夫
 信州大学工学部 正 員 寒川 典昭

1. 概 要

水文時系列は本来連続量であるが、観測、記録、計算処理の段階で、離散化、平均化、量子化等がなされている。本研究では、このような過程で、どの程度、原系列の情報が失なわれるかを統計量ごとに明らかにするため Nielsen¹⁾ によって導入された線形損失関数の理論を流量、降水量、水質データに適用し、情報損失の特性について考察する。

2. 情報損失理論

離散化、平均化、量子化等の施されたデータから得られた統計量を $\hat{\alpha}$ 、その真値を α とし、情報損失 L を

$$L(\hat{\alpha}) = k |\hat{\alpha} - \alpha| \quad (1)$$

とする。ただし、 k は定数である。ここで、 $\hat{\alpha}$ が正規分布をなすとすれば、 L の期待値 $\bar{L}$ は、

$$\bar{L}(\hat{\alpha}) = k [2\{B\Phi(\frac{B}{\sqrt{V}}) + \sqrt{V}\phi(\frac{B}{\sqrt{V}})\} - B] \quad (2)$$

となる。ここで、 Φ は標準正規確率分布関数、 ϕ は標準正規確率密度関数、 B は $\hat{\alpha}$ のバイアス、 V は $\hat{\alpha}$ の分散を表わす。また (1) 式で、2 乗に比例すると仮定すれば、 $\hat{\alpha}$ の分布に関係なく、

$$L(\hat{\alpha}) = k [\hat{\alpha} - \alpha]^2 \quad (3)$$

$$\bar{L}(\hat{\alpha}) = k [V + B^2] \quad (4)$$

となる。以下の適用では (2) 式を用いている。サンプリング法として Point Sampling と Average Sampling を取り上げる。流量、水質観測には Point Sampling、降水観測には Average Sampling を用いるものとし、情報損失 $\bar{L}$ はサンプリング間隔 Δt のみに依存するものとする。なお、平均、分散、自己共分散関数、極値確率、平均連数、平均連長、平均連面積を推定する時の B 、 V については文献 2) を参照されたい。

3. 流量観測への適用

千曲川流域の天神橋 (流域面積 50km^2)、大芝 (同 295km^2)、生田 (同 2036km^2)、杭瀬下 (同 2592km^2)、立ヶ花 (同 6442km^2) 各観測所で観測された、1978 年の時間流量データを 1. 2 月、3. 4 月、5. 6 月、7. 8 月、9. 10 月、11. 12 月と 2 ヶ月ずつ 6 期に分け適用を試みた。平均、分散、自己共分散関数に関する情報損失は真値が大きいくほど大きくなり、また、変動が大きく持続性が高いほど大きくなる。さらに、自己共分散関数の減衰が早く不規則性が高いほど、観測間隔に対する損失の増加傾向が大きくなる。また、季節特性としては、9. 10 月の台風期、及び 6 月～7 月の梅雨期において情報損失は大きく、増加傾向も大きい。また、流域面積が大きくなるほど損失も大きくなる。極値確率、連の特性に関する情報損失は真値が大きいくほど大きくなる傾向が見られ、ほぼ変動の大きな夏期出水期に損失が大きくなる。また、統計量ごとに損失曲線は固有な形を描き、高周波数成分に敏感な極値確率、連の特性の推定では観測間隔の短い時に損失は急に増加する。

4. 降水観測への適用

千曲川流域天神雨量観測所の 1978 年の時間降水量データを前記と同様 6 期に分け適用を行なった。降水量系列は自己共分散関数の減衰が早く、不規則性が高い。ただし、9. 10 月は他の期間に比べ、持続性があ



図 1 Point Sampling

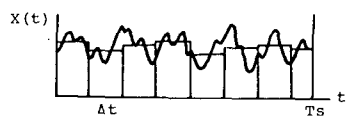


図 2 Average Sampling

る。特に5.6月、9.10月は平均降水量が多く、また、分散も大きいので変動も大きいことがわかる。これらの影響から情報損失はどの統計量を推定する場合でも5.6月、9.10月に大きく出ている。また、平均を推定する場合の損失は安定していて増加しないが、他の統計量では顕著な増加傾向が見られ、平均連長の推定を除いて、特に短時間で増加が大きい。

5. 水質観測への適用

千曲川流域杭瀬下観測所の1971~72年の時間濁度データへの適用を行なった。濁度の平均、分散は5月から10月にかけて大きく、特に5.6月が大きい。また、7.8月には不規則性が大きい。従って、平均、分散、自己共分散関数の推定では、変動が大きく持続性のある9.10月の情報損失は大きい安定しており、7.8月は増加が著しい。また、連の特性、極値確率の推定でも、5月から10月に損失は大きく、平均連数の推定の場合を除いて、ほぼ一様に増加している。

6. あとがき

このようにして、水文量、統計量、季節、また、流量については流域面積によって、情報損失の特性に大きな違いが見られることがわかった。

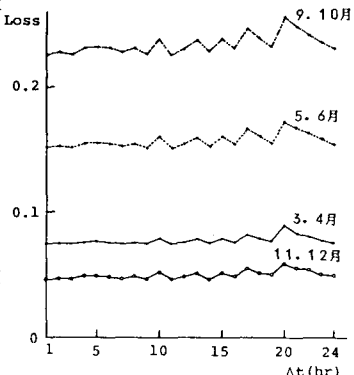
今後は、空間的離散化である降雨観測所の間隔決定への拡張、Point Sampling、Average Sampling、量子化、及びデータの長さが情報損失に及ぼす影響を、既知の時空間関数に適用するなどして総合的に評価していきたい。

1) M. D. Nielsen:

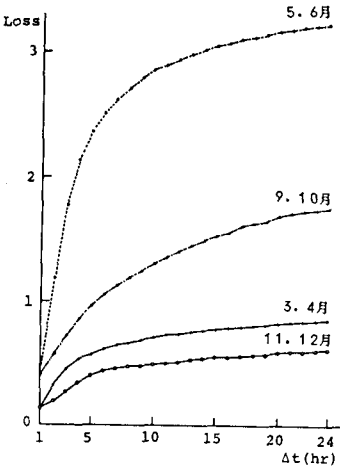
Loss of information by
discretizing Hydrologic
Series,
H. P. Colorado S. U. Fort
Colling Colorado, 1972.

2) 荒木、寒川、新村:

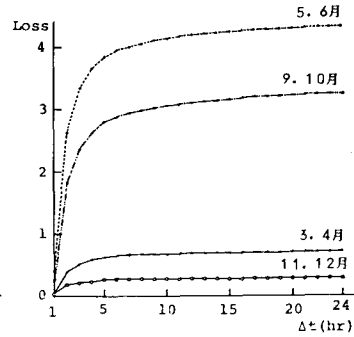
水文観測における情報損失,
第37回年次学術講演会,
昭和57年10月.



a) 平均に関する情報損失

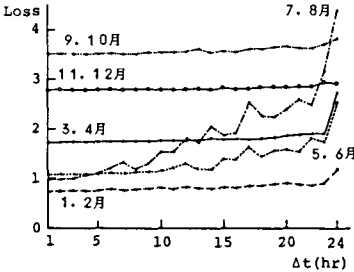


b) 分散に関する情報損失

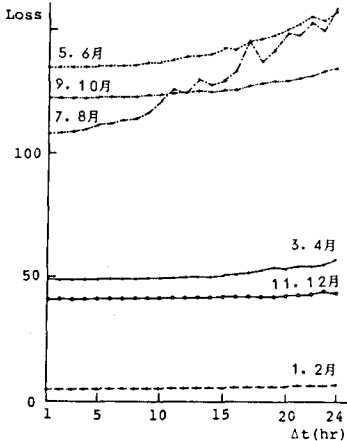


c) 平均連数に関する情報損失

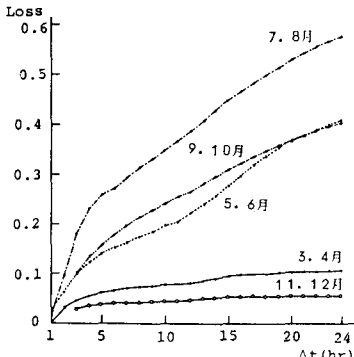
図3 降水観測における情報損失



a) 平均に関する情報損失



b) 分散に関する情報損失



c) 極値確率に関する情報損失

図4 水質観測（濁度）における情報損失