

大阪大学工学部 中 辻 啓 二

本研究は移流拡散方程式中の移流項の離散化に原因する数値誤差の評価を取扱ったものである。討議者も丁度十年前前に議論した課題でもあり、興味深く拝読させていただいた。その当時は計算機が潮流・拡散等移動現象のシミュレーションに実験道具として使われ始めた頃であり、今から思えば計算機自体もお粗末であったし、また研究者の利用法も幼稚であり、十年一昔の感がする。その研究の契機は汚濁河川（寝屋川）の浄化対策の事前評価として水質の予測をおこなった時のことであると記憶している。移流分散係数を実測値の10倍、100倍に見積って計算しても数値解にはほとんど変化を与えない……何故だろうか。後日、その原因は数値誤差に由来する数値的拡散の効果であることがわかり、疑似分散係数として評価され、修正された。同じ頃、土研の村上氏も同様の事を指摘され、各種差分近似法の誤差の現われ方について言及されている。¹⁾

数学的背景については山口・野木²⁾の教科書を参考に議論が進められた。そこではフーリエ変換から誘導される増幅係数の波数別伝達特性の吟味や離散化手法の特性の把握、さらには初期分布との関連性等が詳細に考察され、線型方程式系に対する数値誤差の評価に関して本研究と同様の成果を得ている。討議者も先に述べた水質予測に参画して非定常流場での拡散解析の誤差評価をおこなった。³⁾ また、誤差解析から発展してWRM（重み付き残差法）による潮流・拡散の解析⁴⁾へと研究対象が展開していった経験をもっている。

その当時の研究成果は伊藤剛編⁵⁾あるいは土木学会編⁶⁾といった入門書教科書にまとめられており、線型方程式系の離散化にともなう数値誤差はある程度明らかとなった。しかし、拡散の場となる流動を支配するナビエ・ストークス方程式の離散化は、非線型方程式系であることから、いまだ未解決の課題が数多く、離散化手法の適用に際して経験に頼っているのが実情である。このあたりの研究の発展が今後重要な課題になると思われる。

本研究の数値誤差の評価に関して疑問点があるのでお聞きしたい。

- (1) 解析解の増幅係数 Za の解釈で離散化間隔および局所ベクレ数をパラメータに議論されているのは理解に苦しむ。解析解の $|Z|a$ には移流項に由来する数値的減衰は含まれないで、式(III)を式(IV)のように変形して解釈することはおかしい。
- (2) 図3、図4の誤差指標は $|Z| - |Z|a$ を採用すべきであると考えるが、どうか。
- (3) $F = 0.5$ に固定して名離散化手法の特性を論じているのは不可解である。非定常な流動場では F の値は時間的に変動する。また、位相のずれに基づく数値的分散には F の影響が顕著に現われる。
- (4) 3 の結論として、「初期値に高波数成分を少なくするようにモデル化を計るのがよい。」と記されているが具体的にはどのように対処するのか。

〔参考文献〕

- 1) 村上健(1982): 拡散方程式の数値計算方法の紹介, 下水道協会誌, Vol. 19, No. 100, pp 43~48
- 2) 山口昌哉・野木達夫(1968): 数値解析の基礎, 共立出版
- 3) 村岡浩爾・中辻啓二(1973): 河川流の非定常拡散解析における数値誤差の評価, 土木学会論文報告集, 第213号, pp 7~16
- 4) 村岡浩爾・中辻啓二(1974): 有限要素法による非定常拡散解析について, 土木学会第18回水理講演会講演集, pp 61~66
- 5) 伊藤剛編(1971): 数値解析の応用と基礎, アテネ出版
- 6) 土木学会編(1974): 土木工学における数値解析/基礎編/流体解析編/サイエンス社