

自己相似分布形解析に基づいた津波の陸上遡上過程の基本特性について  
 Fundamental Characteristics of Tsunami Invasion Processes over Land  
 by Means of Self-Similarity Distribution Analysis

白井秀和・○細田尚・How Tion PUAY

Hidekazu SHIRAI、○Takashi HOSODA、 How Tion PUAY

In this paper, we discuss the basic characteristics of flow invasion generated by tsunamis over a land. We derive the relations between the front position, the inflow discharge and the rising rate of water elevation at the inlet based on the self-similarity analysis. We also derive similarity functions of water depth and velocity distributions. In order to verify the theoretical findings, the numerical simulations and experiments are carried out under simple boundary and geometry conditions. It is pointed out that the exponents of time variable for the front position obtained from the simulated results and experimental results are in good agreement with the theoretical findings.

### 1. はじめに

津波の特性を把握するために、様々な解析が行われているが、浅水域や遡上域では、浅水流方程式がよく適用される。数値解析においては、このような領域での津波の特性について検討するために、この式を基礎とした数値解析方法などが多く提案されている。これに比べ、理論的な議論はあまりなされていない。しかし、津波の基本的な特性を理解していく上で、理論解は必要である。

本論文では、この浅水流方程式を用い、津波が陸地部を遡上していく過程に相似解法を適用する。これにより、流入口での水位の上昇率、流入口での流速の変化率、浸水距離の変化率の間で成立する関係を導出し、その基本特性について考察を行う。

### 2. 津波浸入過程の相似解導出

図-1 に示すように、水位の上昇により水平面の陸地に津波が浸入していく過程を対象として考える。用いる基礎式は、以下の連続式と運動方程式からなる浅水流方程式である。

$$[\text{連続式}] \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hV}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$[\text{運動方程式}] \quad \frac{\partial hV}{\partial t} + \frac{\partial hV^2}{\partial x} + gh \frac{\partial h}{\partial x} = -\frac{gn^2}{h^{1/3}} V|V| \quad (2)$$

ここに、 $t$  : 時間、 $x$  : 空間座標、 $h$  : 水深、 $V$  : 水深平均流速、 $g$  : 重力加速度、 $n$  : マニング粗度係数である。

浸水開始地点  $O$  から浸水位置先端までの水深と流速の空間分布が、点  $O$  から先端までの距離  $l(t)$  の無次元化によりそれぞれ相似関数  $p(\xi)$  と  $q(\xi)$  に近似できるとする。(ここに、 $\xi$  は無次元空間軸で  $x/l(t)$  と定義する。) これにより水深  $h$  と流速  $V$

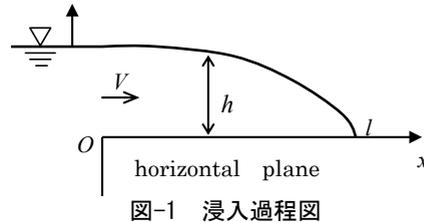


図-1 浸入過程図

は次のように表される。

$$h = h_0(t)p\left(\frac{x}{l(t)}\right), \quad V = V_0(t)q\left(\frac{x}{l(t)}\right) \quad (3)$$

ここに、 $h_0(t)$ 、 $V_0(t)$  : 点  $O$  における水深及び流速である。さらに、 $h_0(t)$ 、 $V_0(t)$ 、 $l(t)$  がそれぞれ時間に関して  $a$ 、 $b$ 、 $c$  乗であるとして、次式のように表す。

$$h_0(t) = \alpha t^a, \quad V_0(t) = \beta t^b, \quad l(t) = \gamma t^c \quad (4)$$

式(3)、(4)を式(1)及び(2)に代入し、二つの領域(慣性-圧力領域と圧力-摩擦領域)においてのそれぞれ異なる  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の関係の導出を行った。

### 3. 実験及び数値解析による検証

得られた  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の関係の妥当性を検証するために、実験および数値解析が行われた。その結果、異なる  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の関係を持つ慣性-圧力領域と圧力-摩擦領域の二つの領域の存在が確認された。これらの領域では、浸入開始地点の  $a$  の値、つまり、流入口での水位の時間変化の割合によって、流速及び浸水する面積の時間的な変化の割合が決定され、この関係が妥当なものであることを示した。さらに圧力-摩擦領域において分布形の適合性も検証した。