

## 富山県下新川海岸の侵食と海岸構造物の築造について

芝 野 照 夫\*・前 野 欽 一\*\*

### Beach Erosion and Construction of Coastal Structures at Shimoniigawa Coast, Toyama

Teruo Shibano and Kin-ichi Zenya

The Shimoniigawa coast is located in the end of the Kurobegawa alluvial fan with discharged sediments from Kurobegawa. A cause of coast erosion is a decrease of the discharged sediment from a river and the trapped of longshore sediment transport with construction of a coastal structures.

Shoreline retreat and steep getting a beach slope occurred for coast erosion. A coast structure object was constructed in order to prevent coast erosion, becomes an also cause of coast erosion in opposite to in the Shimoniigawa coast.

#### 1. 緒 言

富山県下新川海岸は、黒部川扇状地扇端部の海岸であり、地質時代からの黒部川の流送土砂によって形づくられてきたところである。下新川海岸は海岸線の方向と海岸波浪の来襲方向の関係から宿命的な侵食海岸といわれ、日本でも有数の侵食海岸として知られている<sup>1),2)</sup>。この海岸侵食を防ぐために、海岸部には各種の海岸構造物が築造されているが、侵食の原因はかつて大量に土砂を排出していた黒部川上流域における砂防・治山工事を始め、大規模な利水ダムの建設などによって、山地から河川、さらに海岸部へと供給されていた流送土砂が減少したことと、海岸部においては富山湾特有の「寄り廻り波」から沿岸部を保全するための海岸堤防の築造や沿岸各地に建設されてきた漁港の防波堤によって、海岸の東から西に流れる沿岸漂砂が阻止され、その連続性を断ったことなどが下新川海岸の侵食を助長してきたものといわれている。海岸侵食の進行に伴って、かつての砂礫海浜が失われ、海岸背後地を保全するために海岸堤防をはじめとする消波工、突堤、離岸堤などの海岸構造物が築造されてきた。本研究では、下新川海岸の侵食実態とそれに伴う各種の海岸侵食対策工の築造について明らかにするものである。

#### 2. 黒部川扇状地の形成

扇状地の形成は地質時代に始まり、洪積世前期から後期にかけての海水準の変動と合わせて発達してきたことが明らかにされている。現在の黒部川扇状地は、黒部川流路が東西に変化しながら旧扇状地を削り、その上に流送土砂が堆積して新しく形成されたもので、この侵食から残された部分が舟見野台地、前沢台地として黒部川東西に存在している。現在の扇状地における堆積土砂量については、陸上部はボーリング資料、海中部については地層探査資料によって求めると基盤上の堆積土砂量

---

\* 建設工学科 土木工学専攻 \*\* 大学院建設工学専攻 土木工学系

は陸上部に約 $6 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、海中部に $2 \times 10^9 \text{ m}^3$ となり、堆積期間を海水準が約100m低下していた時代である約2万年とすれば、年平均約 $4 \times 10^5 \text{ m}^3$ 堆積したものと考えられる。しかし、海中部の堆積土砂は、現在の侵食された海底面を基準としているために、扇状地形成当時はさらに多量の土砂が堆積していたものと推定される<sup>3)</sup>。

### 3. 下新川海岸における海岸構造物の築造

下新川海岸は図-1に示すように、黒部川河口左岸側の生地から新潟県との県境に流入する境川までの約23kmの海岸である。海岸線全域にわたって海岸堤防をはじめとする各種の海岸構造物が築造され、それらによって海岸が維持されているといっても過言ではない。

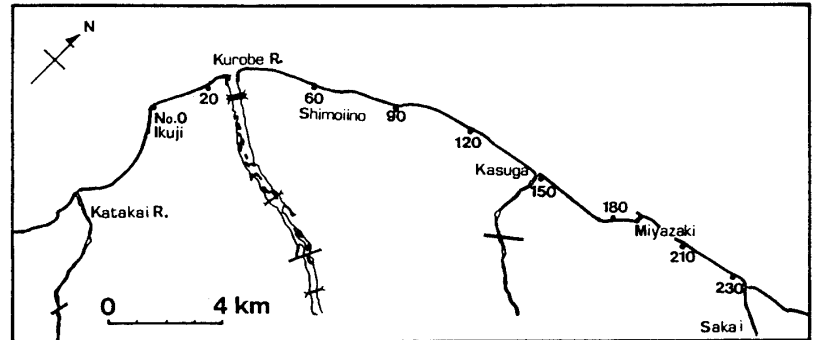


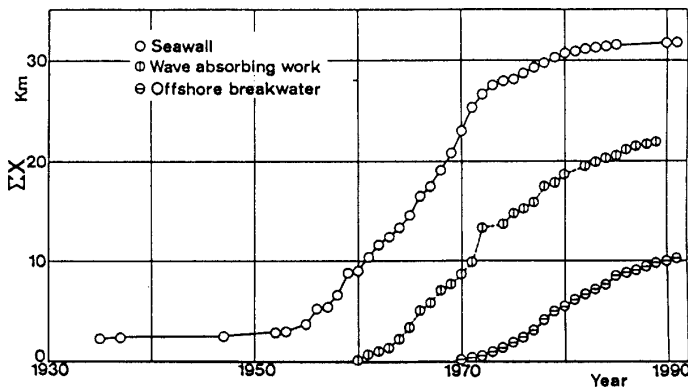
図-1 富山県下新川海岸の位置

図-2 (a), (b)は海岸構造物のうち海岸堤防(Sea wall)、消波工(Wave absorbing work)、離岸堤(Detached breakwater)、副離岸堤(Auxillary detached breakwater)などの築造について、その経年変化を見たものである。海岸堤防は1930年代から築造されはじめ、毎年のように発生する海岸災害に伴う汀線後退を防ぐため、災害ごとに復旧され、それを合計すると現在では海岸線の延長距離を上回る長さまで築造されてきている。

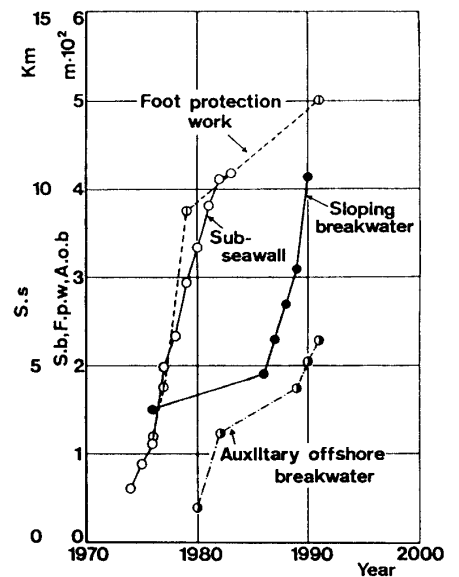
消波工についても海岸堤防の前面に各種のコンクリートブロックが投入され、海岸全線に設置されているといってもよい。消波工の設置は1960年の建設省の直轄海岸となった頃より始まっている。

離岸堤の築造は1970年頃から始まり、延長距離にして約10 km、群堤と考えるならば約15 kmにも及んでいるといってもよいであろう。

海岸構造物築造の変遷を見ると次のようである。海岸侵食が海岸背後地の住民に意識されだした頃には、まだ砂礫浜が残されており、汀線付近に蛇籠を詰めた木枠や木柵を並べて遡上波



(a)



(b)

図-2 下新川海岸における海岸構造物築造の変遷

を防ぐ目的のものや汀線から海浜の奥部まで並べた突堤状のものがまず設置されていた。その後、これらの構造物によっても海岸侵食を防ぐことは困難となり、沿岸部の侵食の激しい区域から次第にコンクリート方塊が設置されるとともに、小さな規模のコンクリート製の海岸堤防が築造されてきた。しかし、それでも海岸の侵食は止まらず、砂礫浜が消失し続け、高波浪の来襲に伴って海岸堤防は破壊され、高波浪に耐えられるより大規模な各種の海岸構造物が築造されてきた。さらに、沖合で来襲波浪を消波し、構造物背後の静穏域に沿岸漂砂を堆積させる目的で離岸堤が築造されてきたが、現在では離岸堤開口部からの進入波を防ぐために離岸堤開口部沖合に副離岸堤、海岸堤防の背後に越波が背後地に進入するのを防ぐ副堤、従来から築造されてきている突堤など、現在わが国で設置されている海岸侵食対策としての海岸構造物のすべてが、この海岸で築造されてきているともいえよう。

#### 4. 海浜の沿岸方向変化

下新川海岸の侵食は、黒部川が形成した黒部川扇状地の縮小過程として生じているものであって、かつて扇状地の東側に主流路があり、そこから排出され、堆積した土砂によって海岸線が形成・維持されてきたが、主流路が現在の位置に固定されるとともに侵食が始まったものと考えられる。

この海岸に来襲する波浪のうち沿岸漂砂をもたらすような高波浪は、その来襲方向がNからNE方向に偏っており、海岸線の東から西への漂砂をもたらすこととなる。また、沿岸各地に漁港が築造され、漁港防波堤の東側に沿岸漂砂の堆積がみられるものの西側では急激な侵食を受けている。このように海岸への土砂の供給源である河道の移動に伴う漂砂源の変化、沿岸漂砂の上手側に築造された漁港をはじめとする構造物による漂砂阻止、このような原因によって下新川海岸の侵食が助長され、激化したものと考えられる。

a) 汀線の変化：図-3は1960年を基準とした汀線変化の沿岸方向分布を示したものであるが、18 km以遠の宮崎漁港から新潟県との県境である境川までの範囲では、測量開始年が遅く1970年を基準としている。これによると汀線が前進しているところは黒部川河口両岸と漁港など沿岸漂砂を阻止し、堆積

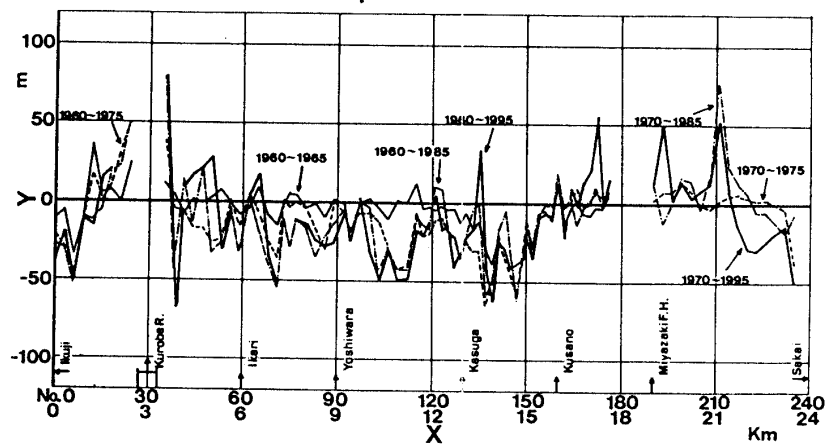


図-3 汀線変化の沿岸方向分布

する防波堤などの構造物が築造されているところに限られている。

1960年から1965年の5年間では、生地鼻から約12 km～16 kmの範囲で汀線の後退が顕著となっており、それ以降もその後退した汀線位置がそのまま海岸堤防などの築造によって維持されていることが明らかで、汀線の最大後退距離は60 mにも及んでいる。さらに、この汀線後退の領域が波動性をもって広がっていることが特徴である。しかし、約13 km、17 km付近において汀線が前進しているところがみられるが、これはサンドバイパスによる土砂投入などの結果であると考えられる。このように現在海岸堤防前面に広く前浜が存在するところはほとんどなく、海岸堤防がほぼ汀線位置となっている。さらに、汀線後退が激しいところが固定化されていることである。

下新川海岸において沿岸漂砂の上手側の新潟県との県境である境川河口左岸（測点No. 235）付近

においては、汀線の後退も激化しており、最近では下新川海岸への有効な沿岸漂砂の供給がほとんどなくなっているものと考えられる。この境川河口付近における汀線後退は、漂砂の上手側の新潟県市振に築造された「市振漁港」によって沿岸漂砂が阻止されたことが主要因であって、これまで下新川海岸の汀線後退の原因と同じことが繰り返されてきているといっても過言ではないであろう。

b) 海浜土砂量の変化：図-4は汀線から沖合50mまで、すなわち現在離岸堤が築造されている付近までの範囲における海浜土砂の変化を沿岸方向に示したものである。1960年の深淺測量結果を基準とした土砂量の変化で表しており、土砂侵食の位置も変化していることが明らかで、とくに汀線後退が著しい約12kmから15kmの範囲における土砂が1965年までに失われたのがもっとも早く、その当時には一部土砂が堆積しているところもみられる。しかし、1970年までの10年間には土砂流失の範囲が次第に西方向へと移動すると

ともに、その後の1995年にみられるように大きく土砂侵食されている範囲が固定されるように決まってきたことである。

一方、宮崎漁港東海岸の19km以遠では1970年に測量が開始されており、それを基準として示しているが、当初、漁港東防波堤外側への沿岸漂砂の堆積が顕著であったものの漁港が東側に拡張されてきた1985年以降は、その東側に大きな土砂堆積領域がみられることとなっている。

しかし、それより東側の境川河口付近までの範囲については、1985年頃より土砂侵食が目立ち始め、大きな侵食領域が広がってきていることが明らかである。これは汀線変化のところで述べたように沿岸漂砂の上手側である新潟県市振に漁港が新設されたことが大きな原因であろう。

図-5は沖合50mから100mまでの土砂量変化を示したもので、これにおいても前述の図-4と同様の位置において土砂侵食領域がみられる。

しかし、4.5kmから約8kmの

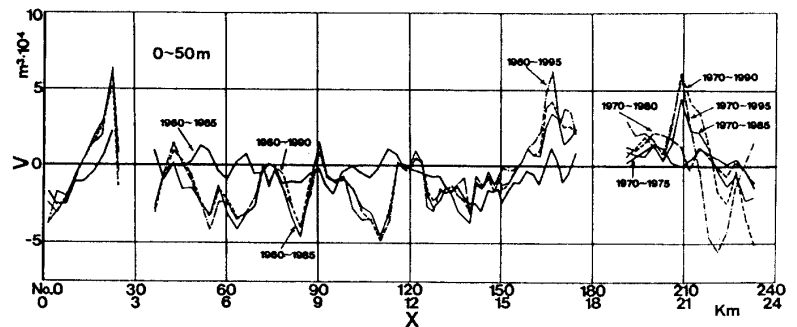


図-4 汀線から沖合50mまでの海浜土砂変化の沿岸方向分布

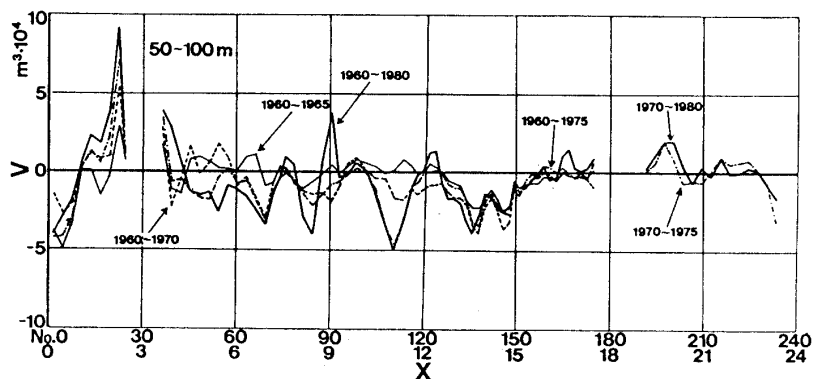


図-5 沖合50mから100mまでの海浜土砂変化の沿岸方向分布

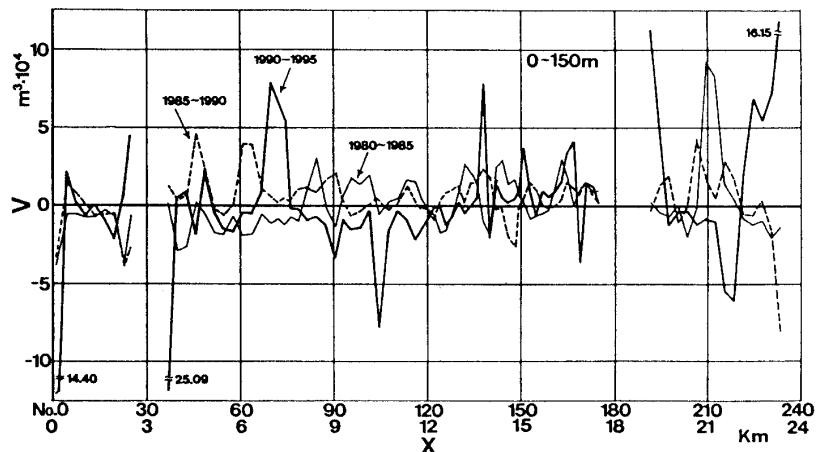


図-6 汀線から沖合150m間での海浜土砂変化の沿岸方向分布

範囲でのうち、とくに6 kmのところでは1960年から1985年までに比べて1985年以降は土砂が堆積していることが明らかである。この付近は比較的海底勾配が急なところであって、構造物の築造によって沖合への土砂流失が防ぐことが可能になったのではないかと考えられる。また、汀線から沖合100 mまでの領域における1960年から1995年までを5年ごとに区切って算定した土砂量変化においても各5年間に於ける土砂侵食領域が異なっていることが明らかで、1960年から1965年で約12 kmから17 kmの範囲で、1970年から1975年では約4 kmから6 kmと約9 kmから12 kmの範囲で土砂侵食が顕著となっている。この図のように、各5年間に於ける土砂量変化としてみるとあまり大きな変化量として現れていないが、急激に土砂侵食が生じた領域では大きな回復がみられず、侵食領域が固定化されるものといえよう。一方、比較的沖合の汀線から150 mまでの範囲における土砂量変化をみたものが図-6である。これによると沖合を含めた海底の侵食は、土砂量および侵食範囲が大きく現れており、とくに、侵食が最初にみられる約12 kmから17 kmの範囲が次第に西方向の9 kmから12 kmへと移ってきていることが明らかで、この傾向が沿岸方向へと広がっていることが認められる。

以上のように、沿岸漂砂の移動方向と併せて侵食領域も東から西側へと移動しているものと考えられる。また、侵食土砂量の増大とともに沿岸方向には沖合に離岸堤が築造されており、離岸堤背後に沿岸漂砂は堆積しているものと考えられるが、この離岸堤があたかも砂防ダムのように沖方向への土砂移動を阻止しているのではないかと考えられる。すなわち、離岸堤前面を含めた領域では侵食土砂量が毎年のように増加するが、背後の汀線の後退が限界に達しているものと考えられ、離岸堤前面の海底勾配が急になっているものと考えられる。

c) 海浜勾配の変化：前述のような土砂量変化との関係を明らかにするため、水深5m、10mの位置における海浜勾配の沿岸方向分布を図-7 (a), (b)に示している。なお、水深5mにおける1995年の値は読みとり精度が異なるために若干値が違っている。海浜勾配は黒部川河口部に近づくほど大きくなり、

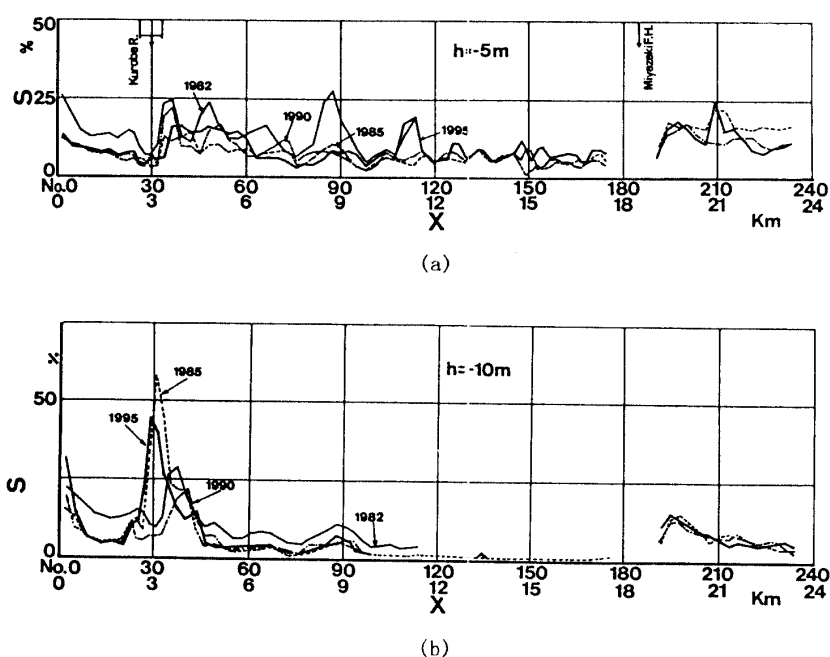


図-7 水深5mと10mにおける海浜勾配の沿岸方向分布

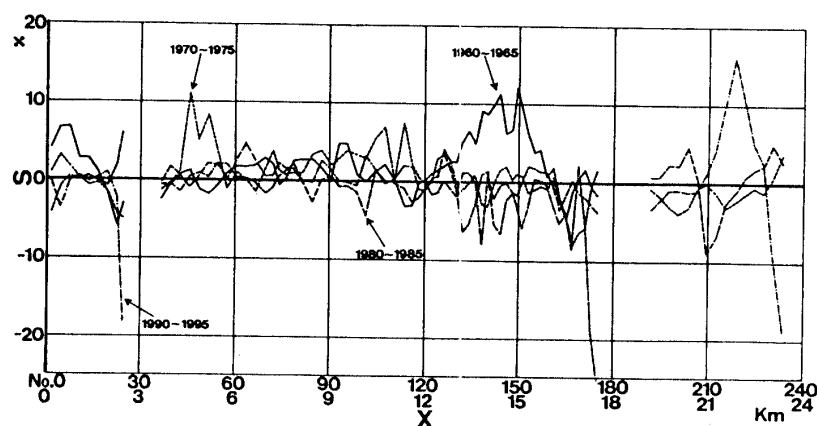


図-8 5年ごとにみた海浜勾配変化の沿岸方向分布

また、測点No. 190付近より東側で大きくなっている。水深5mの位置はほぼ離岸堤が築造されているところと一致しており、測点No. 30からNo. 90付近までは、次第に海浜勾配が緩くなってきていることから、離岸堤背後への土砂堆積があるものと考えられる。しかし、それより以遠では海浜勾配の変化はほぼ同じか若干急になっているところが多く見られる。また、図-8は各5年間ごとにみた海浜勾配の値を沿岸方向に示したものである。1960年から1965年の5年間で非常に海底勾配が急であった13kmから16kmまでの範囲が1970年以降緩い海浜勾配となっていることに注目すべきである。このことは1960年から1965年の間に来襲した高波浪の影響によって急激に海底土砂が侵食された領域と一致しており、この侵食によって海浜勾配が急になったが、その後の海岸保全構造物の築造によって安定した海浜となってきているものと考えられる。しかし、全体的にみると各5年間の海浜勾配が緩くなっているところはほとんどみられず、ほぼ急になってきているところが多いことに注目すべきであろう。この海浜勾配が急になってきていることは、各種の海岸保全構造物前面の海浜が急勾配になってきていることを表していると考えられ、構造物に作用する波浪の影響などを考えると、将来の海岸侵食につながる危険度が増大する傾向にあるものといえよう。

### 5. 沿岸各位置における海浜の沖方向変化

黒部川河口左岸から新潟県との県境付近までの沿岸部各位置における汀線位置、海浜土砂量、海浜勾配の経年変化を明らかにする。なお、図中にはそれらの範囲における各種海岸構造物の種類と築造開始年が明らかにできるようにした。ただし、沿岸方向にほぼ600mの区間として、その領域におけるそれぞれの値を平均して示しており、これらを図-9から図-12に示している。

図-9は黒部川河口左岸に流入する吉田川河口より西側の測点No. 9から15の約600mの区間についてのものであり、汀線は1958年より次第に後退してきているが、黒部川から排出された土砂が供給される範囲であるため、他のところより後退量が小さく、現在まで汀線は約20m後退してきたことが明らかである。また、海浜土砂量

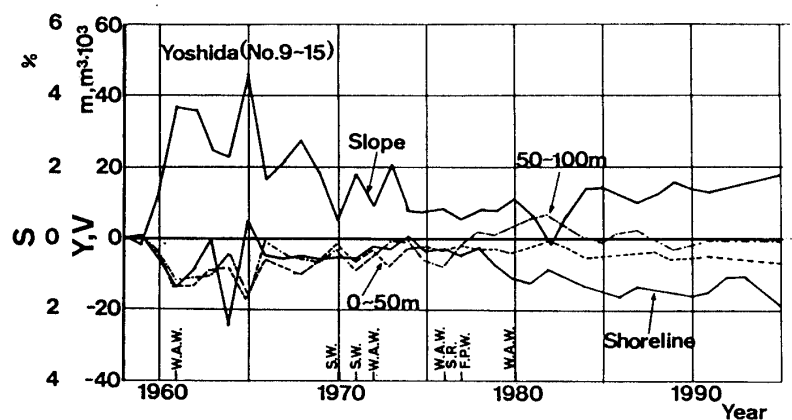


図-9 吉田地区における海浜変形と海岸構造物の築造

の変化においても上述のことから変化量は小さく、汀線から50mまでの範囲においては1960年から1970年までは比較的大きな変化がみられたものの、それ以降は大きな変化がなく、最近では若干侵食の傾向がみられる。一方、沖合50mから100mの間では、汀線近くの土砂量変化と同様に1970年までの期間において比較的大きな変化がみられたが、1977年頃から1987年にかけてプラスの値となり、土砂が堆積する傾向となってきている。海浜勾配は1960年代に急峻化した、その後の土砂の堆積によって緩くなる傾向を示していた。最近では次第に海浜勾配も大きくなる傾向にあり、これまで繰り返されてきたと考えられる土砂量変化の増大、すなわち、侵食が始まるのではと懸念されるところである。このことは汀線位置の変化と一致しており、汀線が次第に後退する傾向であることからそのようなことが考えられる。

一方、図-10の黒部川河口右岸の下飯野地先(測点No. 47~53)におけるそれらは、1970年頃ま

では大きな変化はなく安定していたが、汀線の変化と汀線から50mまでの領域の土砂量変化とは、その増減が一致している。しかし、それ以降汀線が大きく後退すると前後して土砂量の侵食も大きくなり、とくに汀線から50mまでの侵食土砂量が大きくなっている。また、沖合50mから100mの位置における土砂量変化においては、汀線の後退よりも約数年の遅れをもって現れていることに注目すべきであろう。このことは東海岸からの沿岸漂砂が西方向へと流下すると同時に、より深い領域へと流下していることを表しているものと考えられる。これと合わせて海浜勾配も急

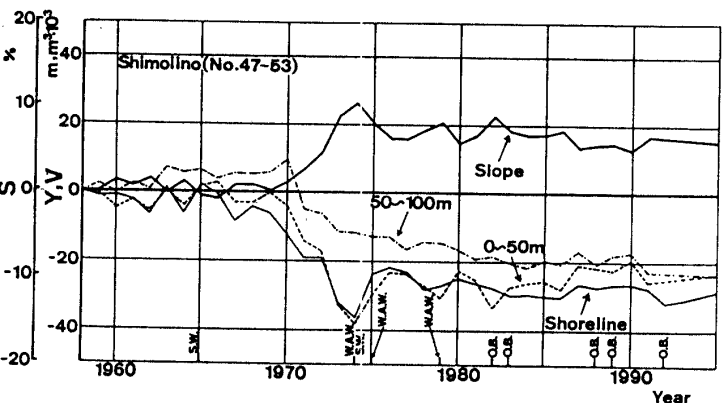


図-10 下飯野地区における海浜変形と海岸構造物の築造

となったが、汀線から50mまでの領域の土砂量が回復傾向にあることから、勾配も安定から少し緩くなる方向となってきている。しかし、汀線から50mから100mまでの土砂量の変化、すなわち侵食が進む傾向にあり、これがより汀線に近いところまで広がって、将来における海岸侵食へとつながることが懸念される。この区間における海岸構造物の築造は1980年代までは海岸堤防やその前面における消波工の設置が行われ、それによって汀線の後退が抑えられたものと考えられるが、それ以降は離岸堤の築造が行われ、離岸堤と汀線までの間に土砂が堆積して汀線も回復したかに見える。このように沖合の土砂が侵食されていることは、離岸堤より沖合の水深が増大する傾向をものがたっているものと考えられ、汀線近傍まで到達する来襲波浪がより大きくなるとともに、その影響によって海岸構造物への危険度が増すと同時に海岸侵食の危険度も増大する傾向にあるものといえよう。

図-11は赤川地先の測点No.147から150の海岸侵食が沿岸部でもっとも早く生じ、それに対する対策が講じられてきたところである。1958年を基準として図を作成しているが侵食はそれ以前から発生している。汀線の後退は1961年頃まで比較的小さかったが、それ以降急激な汀線後退が生じている。それと同時に海浜土砂の侵食も進み、また、海浜勾配

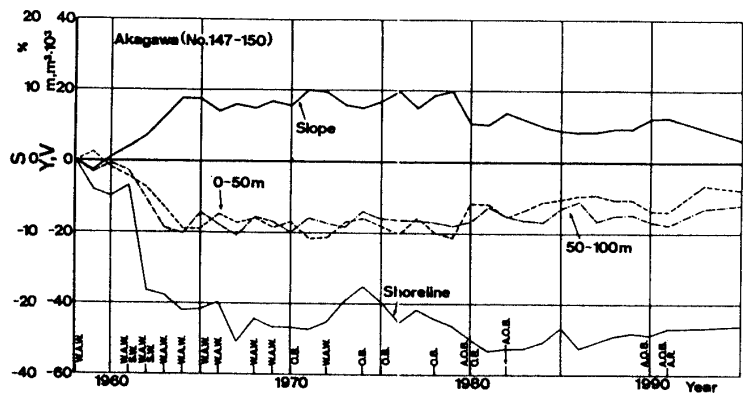
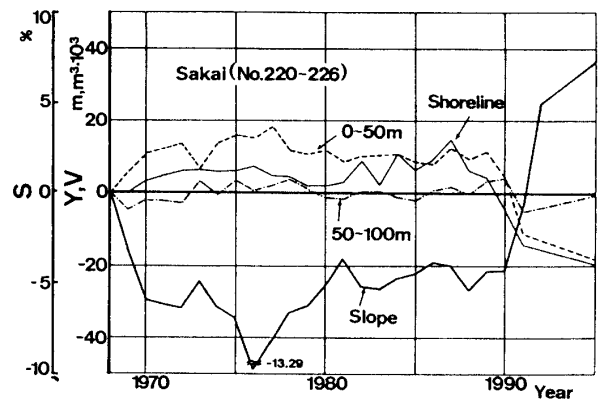


図-11 赤川地区における海岸変形と海岸構造物の築造

も増大している。しかし、1965年以降は海浜土砂の侵食も落ち着きほぼ侵食が限界に達しているかの様子を見せている。1980年頃より汀線の若干の前進、海浜土砂の堆積傾向が見られ、それに伴って海浜勾配も緩くなる傾向である。この赤川地先では海岸堤防の築造と前後して、1970年代初期までブロック投入による消波工が幾度も繰り返されてきたが、それ以降は離岸堤が築造され、それによって海浜土砂の堆積と離岸堤背後の汀線回復が計られてきていることが明らかである。図-12は下新川海岸の東端に近い宮崎漁港と境川の間のところであり、これまで下新川海岸への沿岸漂砂の上手側として侵食がほとんどみられなかった海岸で、宮崎漁港が1950年代前半から築造されるに従って、その

東海岸には大量の土砂が堆積し、漁港内も埋没するためにその土砂を浚渫し、建設用の石材として利用さえしていたのである。土砂量変化においても1970年当時から1989年までは、1968年の値に比べて約 $10 \sim 15 \times 10^3 \text{ m}^3$ とほぼ一定の堆積量を示し

ており、通常それくらいの土砂が沿岸漂砂量としてこの範囲を通過していたものと考えられる。また、汀線より50mから100mの沖合においては土砂量の変化はほぼ0となっていることから、そこでは侵食も堆積もほとんど生じていないものと考えられる。汀線の変化についても大きな変化がみられず、若干前進する傾向で、海浜勾配も1968年当時と比べて緩くなっていたことが



明らかである。しかし、1990年頃を境としてその境地区における海岸変形と海岸構造物の築造これらの様相は大きく変わり、汀線の後退にあわせて海浜土砂の侵食量も増大し、海浜勾配も急になってきている。汀線の後退と侵食土砂の増大の間には約3年程度の時間差がみられることに注目すべきである。海岸侵食の進行において海岸堤防前面に広い砂浜等がある場合には、まず汀線の後退が先行してその後海浜土砂の減少へとつながるのではないかと考えられることである。この境地先における海浜の変化は、沿岸漂砂の上手側に当たる新潟県市振地区に新たな漁港が建設され、その防波堤によって西側の下新川海岸へと移動する漂砂の連続性が断たれたことに原因するものである。なお、これらの図中には各種の海岸構造物築造の開始をも示しているが、以前から築造されていた海岸堤防(S. W.)が汀線後退に伴って再築されるとともに、侵食の進行に伴って消波工(W. A. W)の設置、さらに、最近では離岸堤(O. B.)が数多く築造されてきたことが明らかである。

## 6. 結 語

以上のように、下新川海岸の侵食は、黒部川扇状地の再形成過程、すなわち扇状地縮小過程としてとらえることができる。

海岸侵食の主要な原因は、黒部川主流路の移動に伴う漂砂源の変化と沿岸部に建設された漁港防波堤などによる沿岸漂砂の阻止、さらに、扇状地の縮小過程の中で築造されてきた各種の海岸保全施設前面の洗掘などに伴う土砂移動が助長してきたもので、この侵食の進行に伴って海岸堤防、離岸堤をはじめとする侵食対策工が毎年のように築造されてきたことが明らかとなった。海岸侵食の進行によって海浜勾配も急となるが、現在汀線後退、土砂侵食量も比較的安定しているものの高波浪の来襲によって海岸堤防が破壊されるような災害が発生すると、これまでのような汀線後退、海底土砂の侵食、海浜勾配の増大が生じるのではないかと考えられる。

本研究を進めるに当たって、測深資料始め数多くの資料を提供いただいた建設省北陸地方建設局黒部工事事務所調査課の諸官に深謝いたします。なお、本研究は特別研究による一部である。

## 参 考 文 献

- 1) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，1997，P. 442.
- 2) 芝野照夫：北陸における海岸侵食と保全，地理，35巻6号，古今書院，1990，pp. 44-49.
- 3) 芝野照夫：黒部川扇状地デルタの形成と縮小について，福井工業大学研究紀要，第24号，

1994，pp. 181-188.

(平成9年12月1日受理)