

2-2-4 ヌアディブ漁港の埋没に対する検討

(1) 2012年7月15日の踏査結果

図-2.2.4(1)は、2012年7月15日の踏査のルートを示したものである。踏査は、港に砂が流入する可能性のある三つのルートの内、陸上からの飛砂のルートと荒天時に砂嘴を超える波によって運ばれるルートを確認するために行った。

Start 地点から B 地点までが、飛砂が進入する可能性のあるところである。A 地点から B 地点の範囲の塀の外側に砂の堆積が認められた。

D 地点から F 地点の範囲が砂嘴上を越流する可能性があるところである。

D 地点では、難破船や廃船の解体作業が行われている。ただし、重機は使用しておらず、手作業のようであった。

E 地点から F 地点に向かって、浜幅が徐々に拡大している。

G 地点において汀線が凸状態になっている。この部分のすぐ沖の海底に残されている廃船の残骸の影響であると考えられる。

H の草が生えていないところには、残土が投棄されていて地盤が高くなっている。また、その海側には新たに草が繁茂している（7年前の Google 写真には草は認められない）。



図-2.2.4(1) 2012年7月15日の踏査ルート



A 地点の状況



B 地点の状況



D 地点の廃船解体



E 地点の砂浜



G 地点の廃船残骸(干潮時撮影)



H 地点の廃棄土と海側の草の繁茂

写真-2.2.4(1) 調査状況 (7月15日)

(2) 2012年7月16日の踏査結果

図-2.2.4(2)は、2012年7月16日の踏査のルートを示したものである。踏査は、周辺の飛砂状況を巨視的に理解するために行ったものである。

J、K、L地点では、全て線路の向こうは砂漠であった。

K地点の写真を見て分かるように、線路の部分は盛土になっていた。盛土の砂漠側の溝は砂で

埋まっていなかった。つまり砂漠からの飛砂が多くはないと推察される。

M 地点からは潟の水面を見ることができた。潟周辺の地盤はほとんどフラットで、地面には砂がなかった。地面はよく締まっていて硬く、サッカーコートが作られていて、子供たちがサッカーをしていた。ユニホームを着ていたのも、単なる遊びではないだろう。足が取られるような砂地ではないということである。(飛砂が堆積しているという痕跡はない。つまり、飛砂は少ないと判断される)。

N 地点の地盤も固く、表面を砂が覆ってはいなかった。

O 点は砂浜ではなく固い地盤が岬のように露出していた。

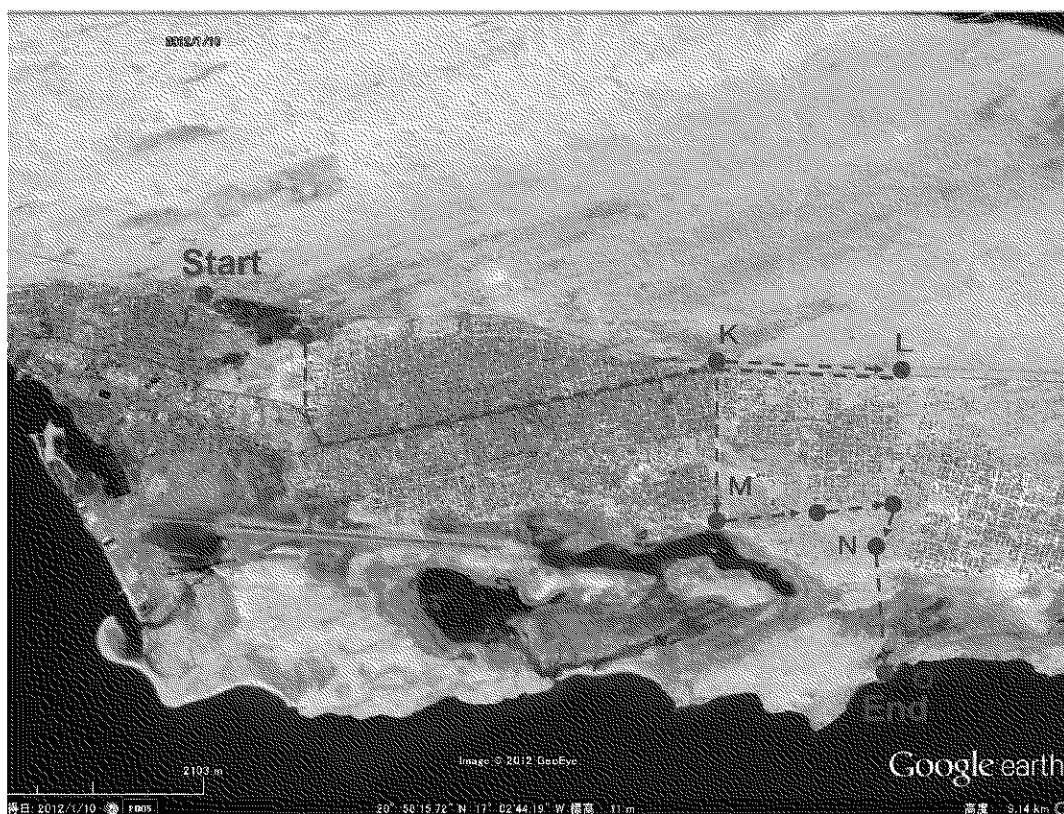
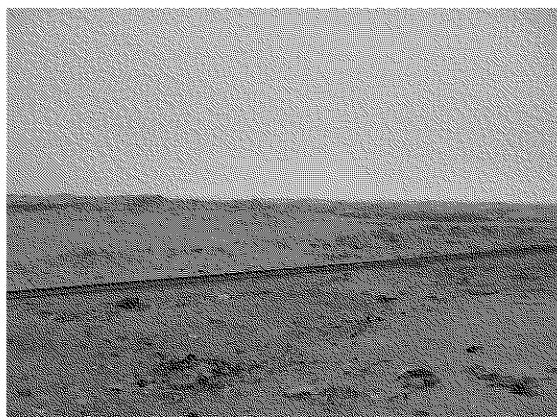


図-2.2.4(2) 2012年7月16日の踏査ルート



J 地点 線路の向こうは砂漠



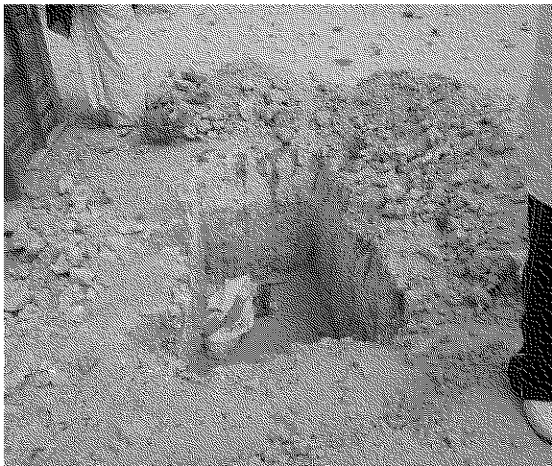
K 地点：線路の向こう（左側）は砂漠
盛土の上に線路が敷設されている。



L 地点を通過する鉄鉱石運搬列車



M 地点 水面が見える。
サッカーが行われている



N 地点の地盤は固い



O 地点の硬い岬

写真-2.2.4(2) 調査状況 (7月16日)

(3) 漂砂に関する巨視的把握

対象海岸には砂嘴が二つ形成されている(図-2.2.4(3)において、Sand Spit A、B)。Sand Spit Aがヌアディブ漁港まで移動して港内に堆積する可能性を検討しておく必要がある。図-2.2.4(4)は Sand Spit A の地形について、2005年10月7日の写真から読み取った汀線位置を赤い破線で2012年1月7日撮影の航空写真(ともに Google)に重ねて示したものである。この6年4ヶ月の間に平均25m/年の速さで Sand Spit B の方向(ヌアディブ漁港の港口方向)に移動したことが分かる。現在、Sand Spit A から港口までの距離が2km あるので(図-2.2.4(5))、今後も今の速度で移動すると仮定すれば、Sand Spit A が港口に達して港の入り口が埋没するのは80年後になる。

したがって、現時点ではこの砂嘴の影響は考えなくてよいであろう。ただし、わずか6年程度の砂嘴の移動から80年先まで外挿していることや、この先、地球温暖化による海面上昇や海象・気象の変化等の不確定要素があるので、今後も砂嘴の変形について5~10年間隔でモニターすることが必要である。幸いなことに、Google がその程度の時間間隔で新しい空中写真をアップ・ロードするだろうから、それが利用できる。

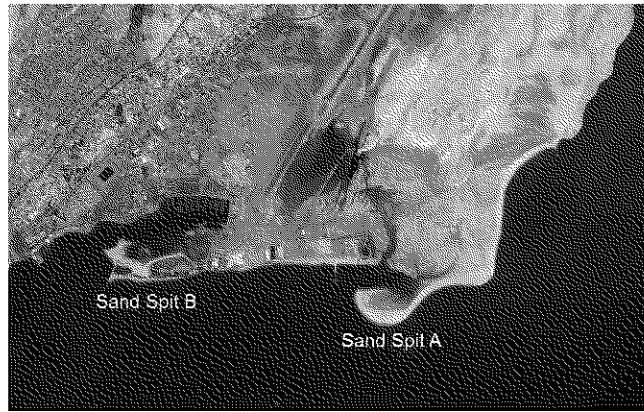


図-2.2.4(3) Sand Spit (砂嘴) A and B



図-2.2.4(4) 砂嘴 (Sand Spit) A の変形



図-2.2.4(5) 砂嘴 (Sand Spit A) の移動 (推定)

図-2.2.4(6)は、Sand Spit B の2005年と2012年の汀線位置を比較したものである。2005年(上段)の汀線を赤い点線でなぞり、2012年の汀線に重ねてある。魚粉工場(2012年の写真中にFで示した施設)の左側の海岸が侵食を受け海浜の左側端の突堤のあるところで堆積していることが分かる。この状況からは、突堤が機能して港口へと向かう砂の動きを阻止しているように見える。また、Fの施設より図中の右側の海浜(Sand Spit A 寄りの海浜)は汀線が変動していなくて安定な状態にある。これは、Sand Spit A に防波堤のような機能があって、汀線が安定している範囲がこの砂嘴によって波を遮蔽しているためであると推察される(図-2.2.4(7)参照)。

以上のことより、現時点では(当分の間は)、ヌアディブ漁港の漂砂に関しては、F施設(図-2.2.4(6))の左側の海浜の漂砂に注目することが基本になる。



図-2.2.4(6) Sand Spit B の汀線比較

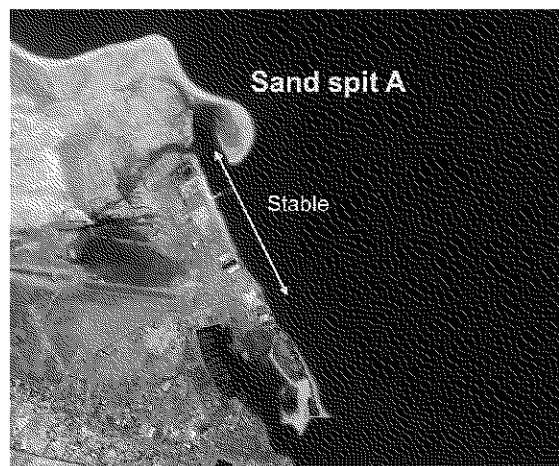


図-2.2.4(7) 砂嘴 (Sand Spit) A の遮蔽効果

(4) ヌアディブ漁港内の埋没状況

表-2.2.4(1)に示した7回の深浅測量データを解析対象とした。深浅図①～④と深浅図⑤～⑦はそれぞれ間違いなく同じレベルを高さの基準にしている。さらに、これらの2つのグループも統一基準を使用していることになっている。測量精度は、前①～④が簡易測深器（あるいはレッド）と測距儀を使用しているのに対して、後者は高精度測深器（エコーサウンダー）とGPSを使用しているため、後者が優っている。

表-2.2.4(1) 埋没量解析に用いた深浅測量図

深浅図	測量年月	測量実施者
①	2001年9月	(株)エコー
②	2002年3月	(株)エコー
③	2002年5月	(株)エコー
④	2003年3月	(株)エコー
⑤	2007年7月	MedOcean
⑥	2007年11月	MedOcean
⑦	2012年7月	MedOcean

図-2.2.4(8)は、以下の堆積量（埋没量）の解析対象範囲である。この解析範囲は、埋没量の経年変化を統一した範囲について比較するために、深浅図①～⑦の全てに共通して深浅測量が行われているところとした。結果的に係留施設があるところは漁船が停船しているために欠測となることが多く、解析対象範囲外になった。

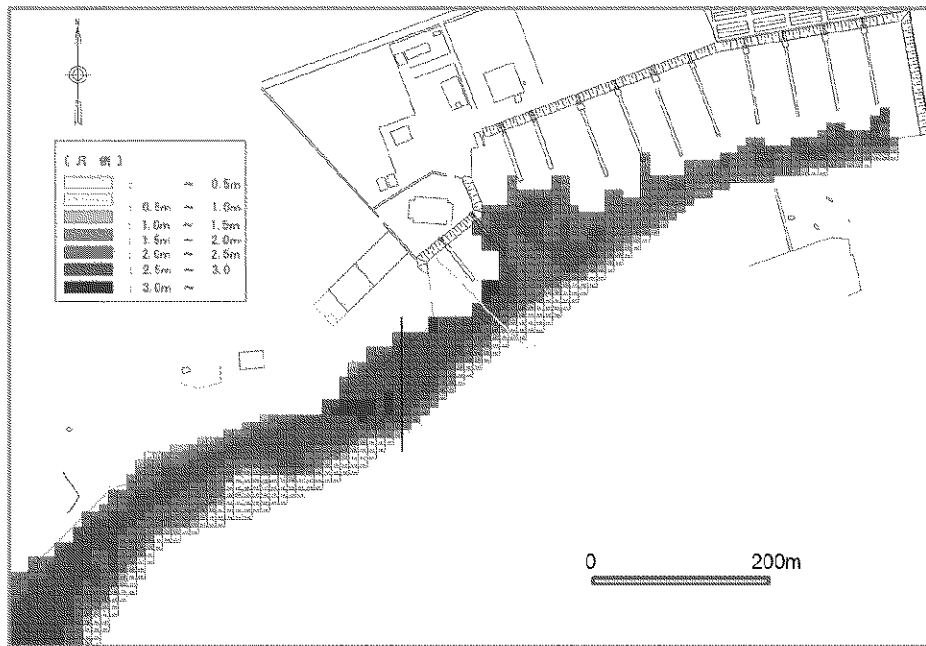


図-2.2.4(8) 埋没土量を計算した対象域

図-2.2.4(9)は、①（2001年9月）を基準に航路・泊地の土砂堆積量の経年変化である。期間①～④の平均的な埋没量は17,440m³/年、期間④～⑤では4,790m³/年となっている。期間⑤～⑥には、図-2.2.4(10)に赤枠で囲んだ範囲で浚渫が行われている。浚渫は航路内・泊地内というよりもそれらの側面で行われている。もし、北風による飛砂で埋没が生じるとすると、その可能性がある場所は、係留施設があるところになる（図-2.2.4(10)）。しかしながら、その場所は浚渫対象域にはなっていない。つまり、維持浚渫を必要とする埋没は生じておらず飛砂の影響は認められないといえる。図-2.2.4(11)は、2012年7月測量の最新の深浅図である。係留施設があるところの海底地形が部分的にはあるが測量されている。測量されている範囲内に限って言えば、すべてのところで2m以上となっており、埋没は生じていない。

浚渫後の期間⑥～⑦には埋没ではなく $-2,530\text{m}^3/\text{年}$ の割合で侵食が生じている。期間⑤～⑥の総浚渫量は記録によると $23,850\text{m}^3$ であった。深浅図から見積もった浚渫量(図-2.2.4(9)で、⑤-⑥の値)は、実績に比べて少なく約 $12,600\text{m}^3$ であった。そこで、⑤から実績浚渫量を差し引いた値(図-2.2.4(9)中の赤点)を基に、期間⑥～⑦の埋没量を計算すると、これでも $-130\text{m}^3/\text{年}$ の侵食となった。埋没量がマイナスという結果は受け入れがたいので、測量誤差も考慮して、最近の埋没量はわずかであると考えられる。

なお、第一期ヌアディブ漁港建設の初期浚渫(1995年10月)から1999年4月までの平均埋没量は、 $22,000\text{m}^3/\text{年}$ と報告されている。埋没量を計算した範囲が、図-2.2.4(8)とは異なるので直接比較することはできないが、以下のように年代順に並べてみると、

期間	埋没速度
1995年 5月～1999年 4月	$22,000\text{m}^3/\text{年}$ (計算範囲が若干異なる)
2001年 9月～2003年 3月	$17,440\text{m}^3/\text{年}$
2003年 3月～2007年 7月	$4,790\text{m}^3/\text{年}$
2007年 11月～2012年 7月	わずか

埋没量は徐々に少なくなってきた傾向があることが分かる。

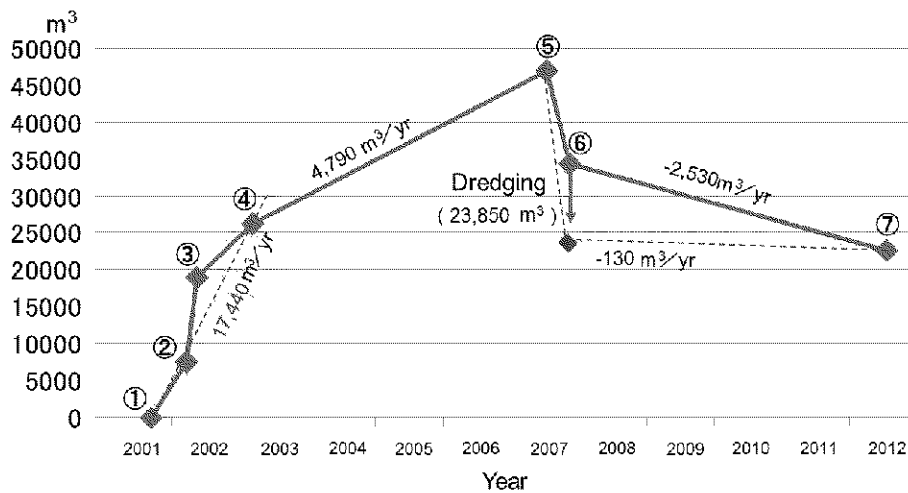


図-2.2.4(9) 埋没量の経年変化

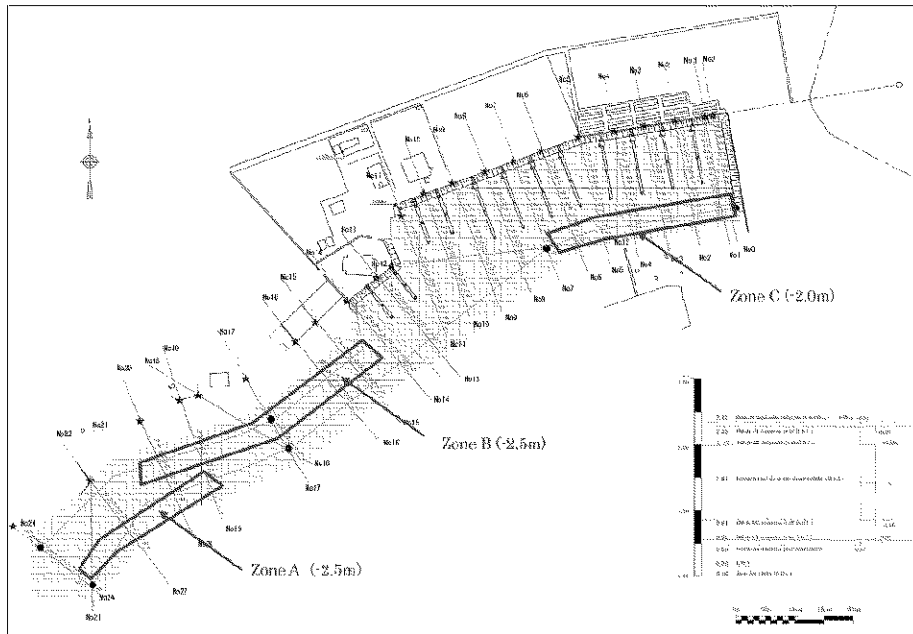


図-2.2.4(10) 2007年9月～10月の浚渫箇所

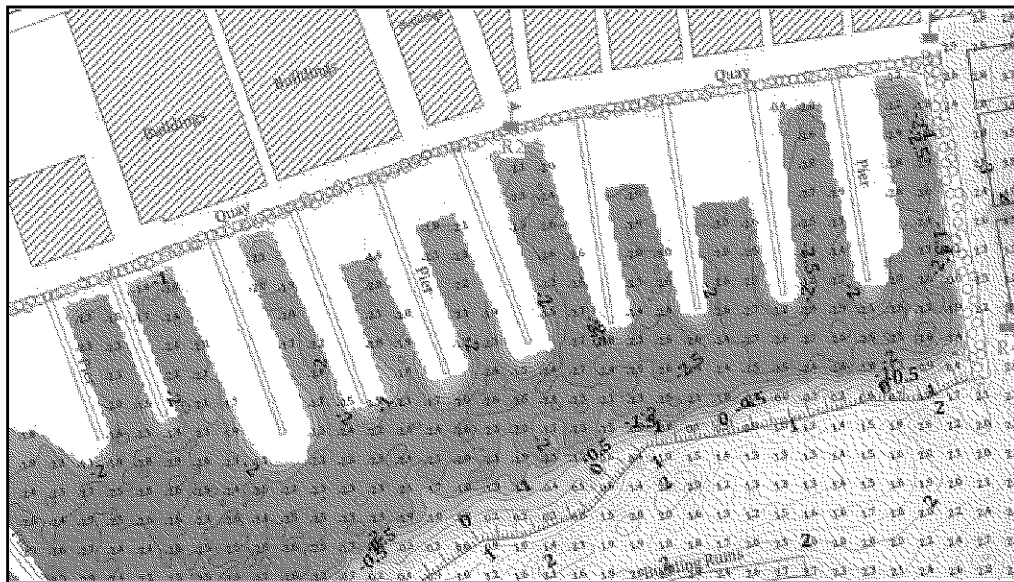


図-2.2.4(11) 係留施設部の深浅図 (2012年7月)

(5) ヌアディブ漁港内への砂の進入可能ルート

ヌアディブ漁港内に砂が流入する可能性のある経路は、図-2.2.4(12)に示す3ルートであると考えられる。つまり、

- a. 北からの風による飛砂
- b. 港口部からの入退潮流に伴う砂の流入
- c. 高波浪時に砂嘴上の越流に伴う砂の流入

である。これらの経路を通じた砂の流入について考察する。

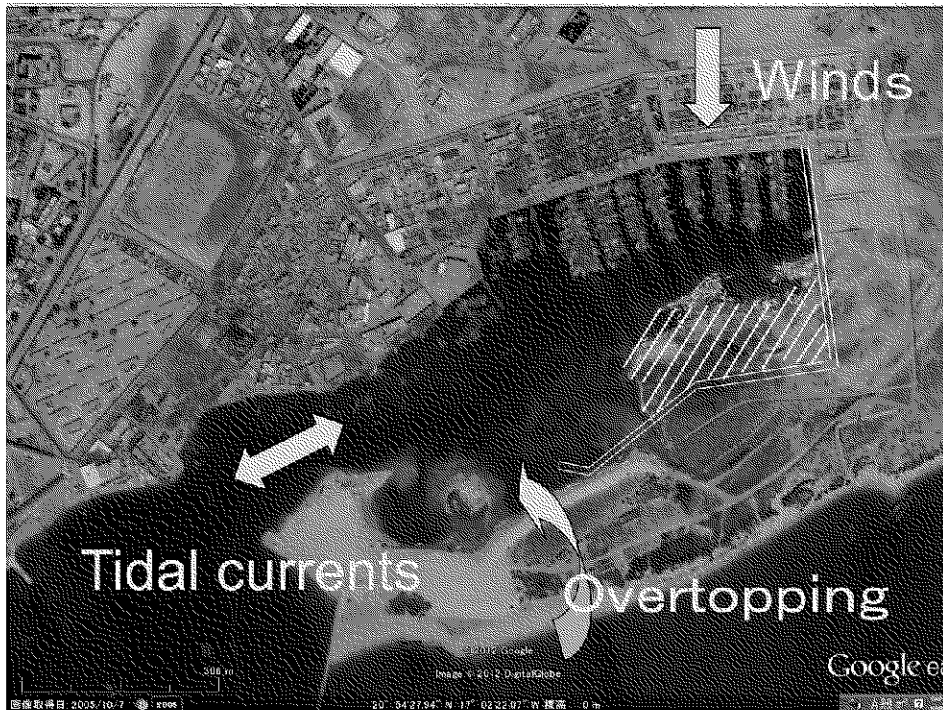


図-2.2.4(12) 砂の流入可能な経路と漁港の拡張計画

【a. 北からの風による飛砂】

北からの風が卓越していることと、塀の外側の砂の堆積状況（A点、B点の写真参照）から判断して、現状において北からの飛砂による港内への砂の流入は否定できないものの、その可能性は非常に低い。しかしながら、ヌアディブ漁港の水域拡張、増深のための浚渫、岸壁整備などを行うことによって（図-2.2.4(12)に黄色い線でハッチを入れたところ）、現状の飛砂流入量が増減することはありえないと考えられる。飛砂量が増えるためには、その外力である風の特徴（風向・風速）が変化しなければならないのだが、漁港の拡張場所は卓越風向きに対して風下側に位置し、しかも拡張は水面付近及び水面下で行われるので、これらが風の特徴に影響を与える科学的因果関係を見つけることはできない。つまり、少なくとも漁港拡張による飛砂量の変化は生じないと判断してよい。つまり、現状では飛砂による埋没が確認できない程度であり、そして漁港を拡張しても飛砂量が増加することはない。

飛砂による流入を認識するエビデンスはないが、それをもって飛砂の流入を否定するには至らなかった。ただし、現状の流入量はあったとしても維持浚渫を必要とするほどの量ではなく、また漁港を拡張しても流入飛砂量が増えることもないと考えられるので、現時点では飛砂対策の検討は必要ないと判断される。

【b. 港口部からの入退潮流に伴う砂の流入】

岩垣(1956)の限界掃流力に関する式に基づいて、移動限界流速 U_c （流れによって底質が移動を始める最小流速）を見積もったところ、水深=4.1mの条件（今回の潮流観測時の港口部 ST-C 地点における水深）で、底質粒径 $d=0.1\text{mm}$ の場合 $U_c=26.5\text{cm/s}$ 、同 $d=0.2\text{mm}$ の場合 $U_c=29.9\text{cm/s}$ 、同 $d=0.4\text{mm}$ の場合 $U_c=32.7\text{cm/s}$ となった。なお、航路・泊地の底質の平均粒径は場所的に若干異なるものの、概ね $0.1\text{mm}\sim 0.4\text{mm}$ の範囲内にある。

*) 岩垣雄一(1956)：限界掃流力に関する基礎的研究、限界掃流力の流体力学的研究(1)、
土木学会論文集、第41号、pp.1-12.

表-2.2.4(2)は、図-2.2.4(13)に示す3地点で大潮期の上げ潮、下げ潮最強流速時に観測された潮流速である。観測は各地点上層・中層・下層でそれぞれ3回計測を行い、その結果を基に断面平均速度を求めている。もっとも流速が港口部(ST-C)でも上げ潮時9.1cm/s、下げ潮時13.3cm/sであり、移動限界流速に比べて小さい。つまり、航路・泊地では底質(砂)は潮流によって運ばれない。

表-2.2.4(2) 大潮期における上げ潮・下げ潮時の断面平均流速

(単位：cm/s)

	2012年7月22日	ST-C	ST-B	ST-A
上げ潮	10:36~11:07	9.1	7.0	6.6
下げ潮	16:48~17:16	13.3	8.4	3.8

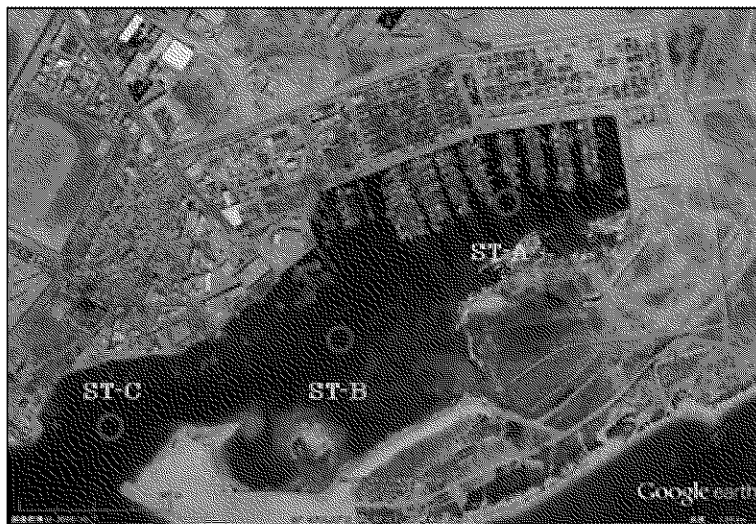


図-2.2.4(13) 流況(潮流)調査位置図

現状では、航路・泊地の底質(砂)は港内への入・退潮流では移動しないことがわかった。それでは、港内を拡張し、入・退潮流が大きくなった場合は以下に考察する。

港口部を通じて漁港内に一潮汐間に入出入りする海水の量の概略は次式で評価できる。

$$Q=A \cdot \Delta \eta \quad (1)$$

ここで Q：一潮汐間に漁港内に入出入りする海水の Volume、

A：漁港内の水域面積

$\Delta \eta$ ：潮差(=満潮位と干潮位の差)

式(1)において、特記しておくべきことは、出入りする海水の Volume は漁港内の水深には依存していないということである。つまり、漁港内を浚渫して増深しても出入りする海水の量は変化しない。これに対して、図-2.2.4(12)のハッチ部分を浚渫して水域面積を増やすと(A→Aexp)、出入りする海水の Volume も増加し(Q→Qexp)、

$$Q_{exp}=A_{exp} \cdot \Delta \eta \quad (2)$$

となる、Volume の増加の割合は

$$Q_{exp}/Q=A_{exp}/A \quad (3)$$

であり、水域面積の増加に比例する。

図-2.2.4(12)のハッチ部分の水域の増加を計算すると、 $A_{exp}/A=1.11$ となり、したがって、漁港拡張後の出入りの海水 Volume も 1.11 倍になる。そうすると、港口部の断面積が漁港拡張前後で一定だとすると、流速は 1.11 倍になる。これにともなって、港口部の流速は

	現状		漁港拡張後
上げ潮時	9.1cm/s	→	10.1cm/s
下げ潮時	13.3cm/s	→	14.8cm/s

と増加するものの、依然として移動限界流速よりは小さい。つまり、漁港拡張後も底質（砂）は、入・退潮流によっては移動しないといえる。

以上は掃流状態で運ばれる砂に関する検討である。浮遊状態で運ばれる砂についても少し検討しておく。すなわち、漁港外で波・流れ等の作用を受けて浮遊状態になった砂は海水とともに漁港内に流入し、漁港内の静穏海域で海底に沈降する。その後、浮遊砂を含まない海水が漁港外へと流出する。漁港外で浮遊状態になる砂の量は漁港拡張の影響を受けないと考えられる。そうすると、港内に流入し堆積する浮遊砂量は出入りする海水の Volume に比例することになる。したがって、浮遊砂の流入があるとしても漁港を拡張したときの埋没量は、それ以前のせいぜい 1.11 倍であると評価できる。

【c. 高波浪時に砂嘴上の越流に伴う砂の流入】

次に、砂嘴上の越流の可能性について考察する。

図-2.2.4(14)は、2012年7月の地形を三次元表示したもので、砂嘴上に筋状の盛り上がりがある2本認められる。これらは現在道路として利用されている。

図-2.2.4(15)は、図-2.2.4(14)中に赤い破線で示した測線に沿った砂嘴（Sand Spit B）の断面形状である。2本の道路部分で盛り上がりがあるものの、断面は海から漁港へ向かって逆勾配になっている。しかも、2本の道路は（恐らく）人工的な盛土で造られたものであろうから、この部分を取り除いて考えると、逆勾配地形は極めて滑らかに接続する。図中には、代表的な潮位が示されている。満潮位時（HWL）になると、干潟は道路部分を除いてほとんど全域で冠水する。なお、図-2.2.4(15)の黄色い線で囲んだ斜面部については、後述する。

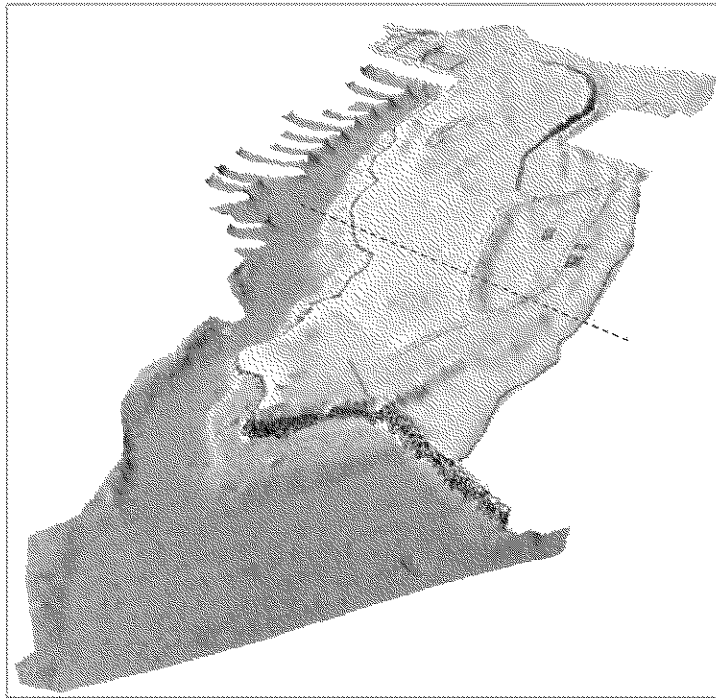


図-2. 2. 4(14) 地形 (2012年7月) の三次元表示と断面測線

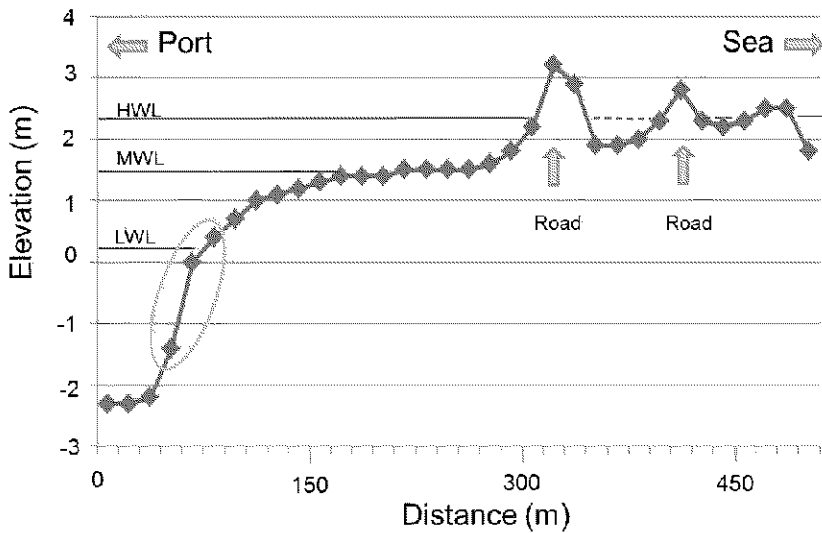


図-2. 2. 4(15) 砂嘴 (Sand Spit B) の断面形状

図-2. 2. 4(16)に、2012年7月22日の7時頃(大潮期の干潮時)に砂浜を踏査した際に、海水が溜まっていることを確認した範囲を白く塗って表示している。海水は、海側の道路のさらに海側に溜まっていて、植生のある所に概ね対応している。日本の海浜では見かけない種類の植物だったが、海水に対してかなり抵抗力のある種類だと思われる。この日の満潮は午前1時42分であり、予測潮位は+2.05mであった。砂嘴上で徹夜で釣りをしていた人の話によると、「満潮の時に強い流れが沖から押し寄せてきた」とのことであった。満潮時には少し波があつて、このときに打ち上げられた海水が朝になっても滞留していたと考えられる。



図-2.2.4(16) 冠水状況 (2012年7月22日7時頃)

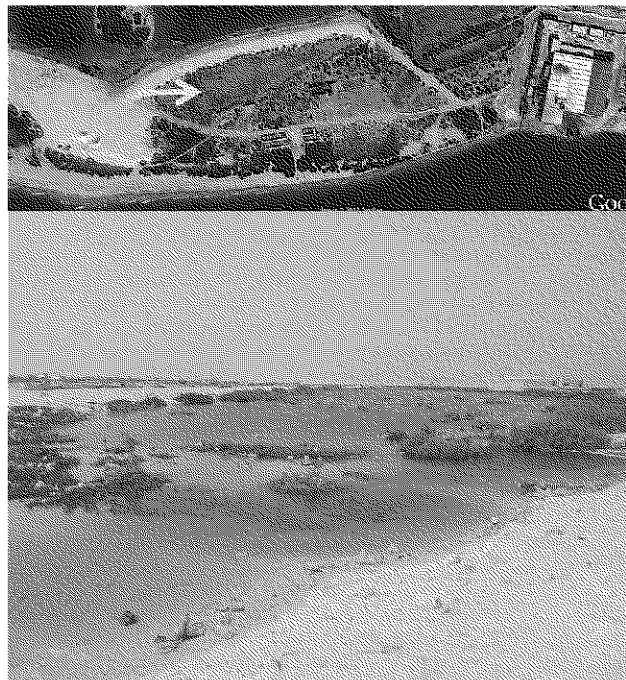


図-2.2.4(17) 冠水した砂嘴 (2012年8月5日 11時47分撮影)

図-2.2.4(17)は、2012年8月5日に撮影したものである。この日は大潮（満潮位=+2.25m、時刻 14:01）であった。上段に示した撮影の位置と方向をみると、冠水しているところは2本の道路に挟まれた地域であることが分かる。この写真では植物が繁茂している所と冠水域が対応していることがよくわかる。

もう一度、図-2.2.4(15)に戻って、もし道路がなければ（あるいは道路がなかった時は）、満潮時に少しでも波があると漁港内側に越流が生じ、同時に砂も流れ込むことが容易に推察できる。

図-2.2.4(18)は2005年10月7日の状況である。黒い部分は海浜植物や低木が繁茂しているところである。この地域では、このような草木が繁茂しているところは窪地になっていて、海水が長時間に渡って滞留するところである。赤い破線で囲んだAのところの漁港側には道路がない。このためAのところを海水が越流し、同時に砂も漁港内側に運ばれたと考えれば、Bの堆積地形の説明がつく。越流した海水はAのところを素通りしてしまうので、植物が繁茂していない。



図-2.2.4(18) 砂嘴上の越流による砂の流入 (2005年10月)

図-2.2.4(19)は、2012年1月の状況である。矢印のところに新たに草が生えている。さらに、今回の現地踏査によって、Aの場所は盛土によって地盤のレベルが高くなっていった(2012年7月測量結果によるとこの範囲は、+3.5m程度まで高まった)。したがって、砂嘴上の越流に伴う港内への砂の流入の可能性は従来に比べて非常に低くなっていると判断される。

以上の状況を考えると、砂嘴上を越流する可能性は否定できず、漁港拡張計画においても、特に地盤高の設計にこのことを考慮することが必要である。なお、砂嘴上の越流及びそれに伴う港内側への砂の流入は、砂嘴の断面形状の特徴と潮位、波の状況などに依存する現象であり、漁港の拡張の影響を受けるものではない。

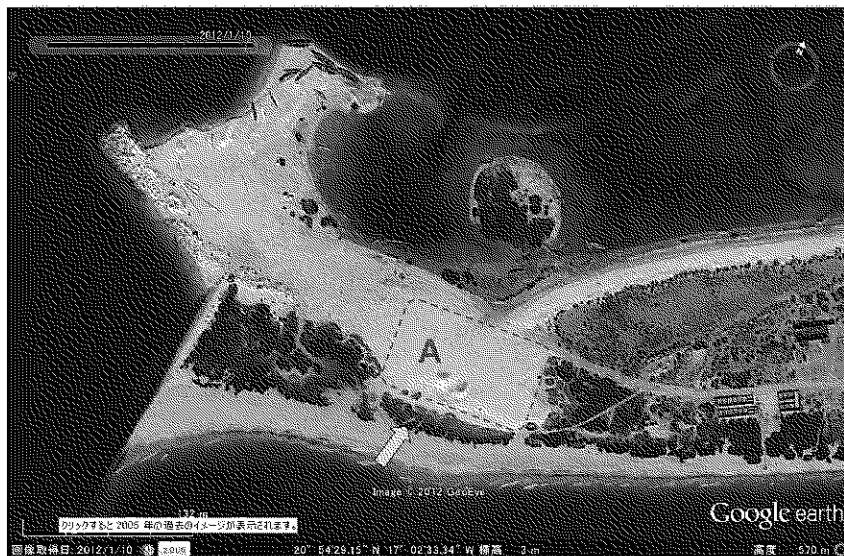


図-2.2.4(19) 越流砂の可能性の低下 (2012年1月)

(6) 航路・港内埋没量が減少していることについての考察

すでに説明したように、ヌアディブ漁港の埋没量は、年とともに徐々に減少している(図-2.2.4(20)再掲、参照)。ここではその理由について考察を行ってみる。まず、港口部の入・退潮流による砂移動はもともと可能性として非常に低いので、ここには原因を見つけれない。

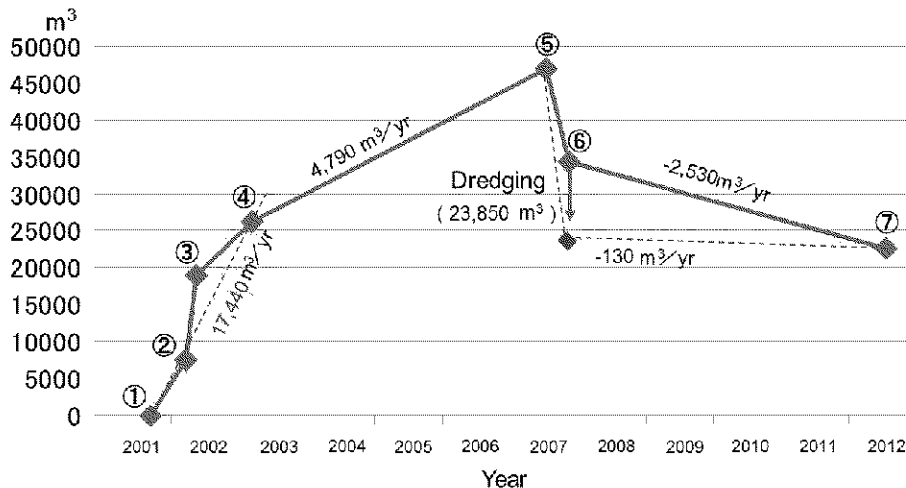


図-2.2.4(20) 埋没量の経年変化 (図-2.2.4(9)の再掲)

飛砂による埋没は、具体的に量的な検討は行なえていない。風下側で漁港を拡張しても、風上側の風況には影響が及ばないとの考えから、漁港拡張後に飛砂による埋没が現状より増加することはない、という説明にとどまっている。ただし、1990年代前半に漁港を整備（第一期）してから現在に至るまで、漁港の風上側において市街地化が進んだ結果、塀や建物が増えて地上付近の風速が減少し、飛砂量が減少した可能性はあるにはある。ただし、飛砂の場合、埋没するのは漁港泊地の北より領域、つまり係留施設（棧橋）があるところが卓越すると考えられるが、その範囲はここでの解析対象範囲から除外してあるので、図-2.2.4(20)の埋没量の経年変化には飛砂量の減少の効果は現れにくい。

では、砂嘴上の越流による砂の流入は、どうであろうか。

図-2.2.4(21)は、2001年9月から2003年3月まで、すなわち図-2.2.4(20)において①から④の期間の地形変化であり、暖色系が堆積を表している。港口部（左下隅）での堆積が目立っている。航路・泊地においては、どちらかというとなよりで堆積が生じている。

これに対して、図-2.2.4(22)に示した浚渫後の2007年11月から2012年7月（図-2.2.4(20)において⑥から⑦）の間の地形変化を見ると、全体に寒色系の色彩が強く（つまり、侵食傾向）その場所は航路・泊地の南よりの範囲で目立つ。

したがって、大まかな傾向としては、航路・泊地の南よりの地域において、2001年～2003年頃は堆積（埋没）、最近（2007年～2012年）は侵食という逆転現象が生じていると捉えることができる。

先に示した図-2.2.4(15)の砂嘴断面は、図-2.2.4(14)中の赤い破線の側線の断面である。そして、図-2.2.4(22)に黄色線で○囲みで示したところに対応する場所を、図-2.2.4(15)の断面に同じ色の線で囲んである。そうすると、堆積と侵食の逆転現象が生じていた場所は、急勾配の斜面及びその基部付近であることが分かる。逆転現象が、急斜面及びその基部で生じている理由が分かれば、埋没量が漸減していることが説明できる。なお、港口付近（図-2.2.4(22)中、Aの領域）の堆積・侵食については、図-2.2.4(24)で後述する。

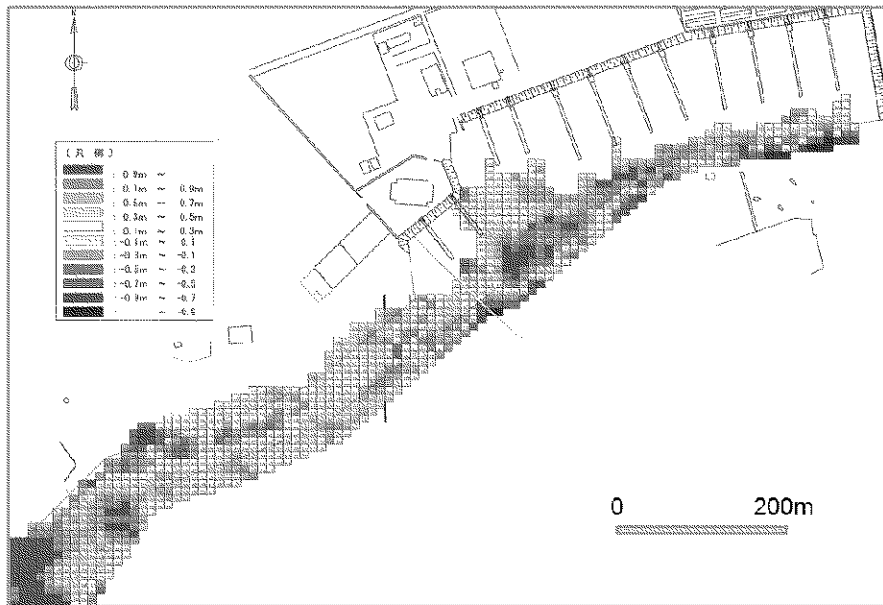


図-2.2.4(21) 2001年9月(①)から2003年3月(④)の地形変化

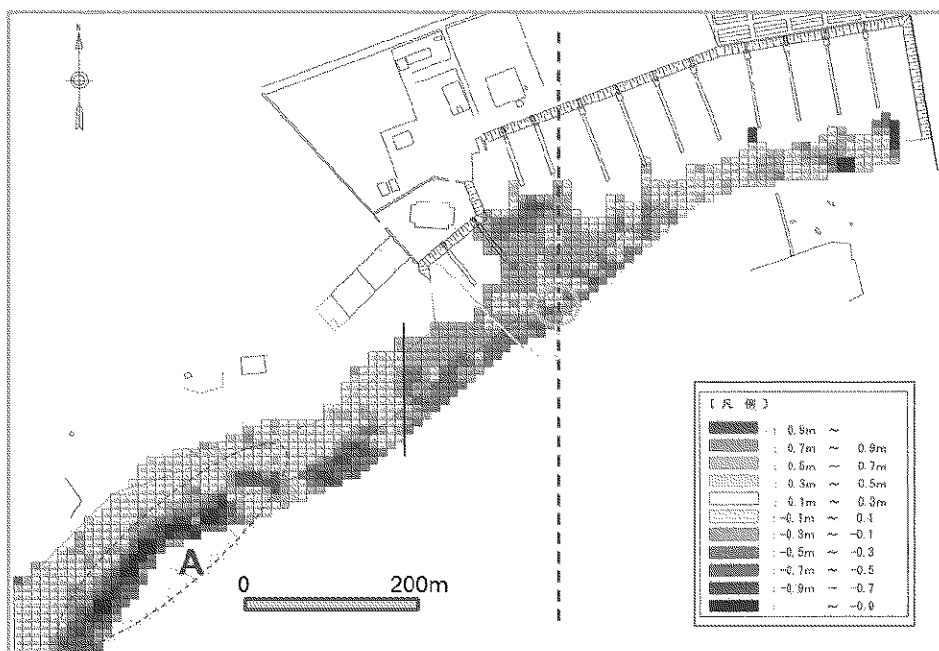


図-2.2.4(22) 2007年11月(⑥)から2012年7月(⑦)の地形変化

図-2.2.4(23)は、第一期の計画図(1989年2月)で使用されている漁港建設前の砂嘴周辺の地形図(深淺図)である。測量年月日が不明であるが、この地形図に基づいて、施設の配置や浚渫計画が立てられていることから、ヌアディブ漁港建設計画立案の目的で直前に測量されたものと考えられる。この図の砂嘴上の地形に注目すると、2本の道路(図-2.2.4(14)の三次元表示地形図を参照)はまだ建設されていない。つまり、この頃は、図-2.2.4(15)に関連して述べたように、高潮位と波の入射が重なると、砂嘴上を海から陸に向かって容易に海水の越流ならびに砂の輸送が生じたはずである。図-2.2.4(18)中にBで示した砂嘴上の砂が漁港内側に運ばれて形成されたと推測した堆積地形も、この時点(1980年代後半)には、まだ存在しない。この状態から徐々に土盛りが行われ、現在の2本の道路が作られたとすれば、それに対応して砂嘴上を通過して漁港

内に流れ込む砂の量も減少したと考えるのは無理がない。

そうすると、砂嘴の漁港内側の急斜面付近において、最初は砂が堆積し、最近では砂の供給が減少して侵食（斜面の崩れ）傾向になると推測され、実際の逆転現象をうまく説明ができる。

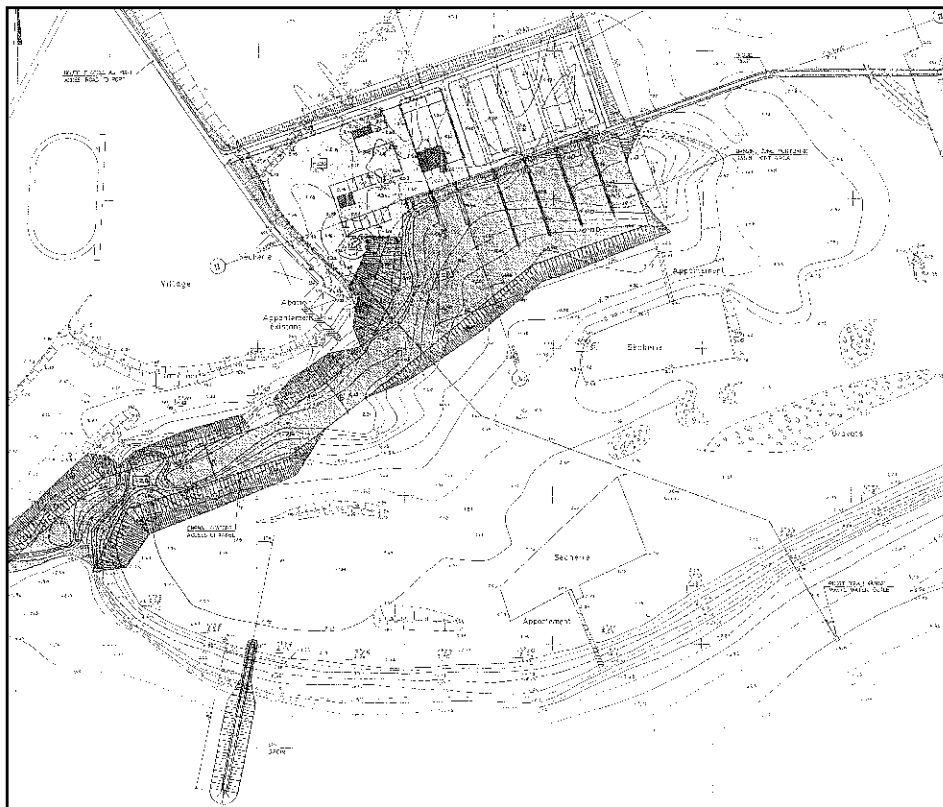


図-2.2.4(23) 1989年の計画図に使用されている地形図（及び深浅図）

(7) 留意しておく必要のある事項

図-2.2.4(24)は、2007年11月から2012年7月の間の広域地形変化量を示したものである。最初に断っておくが、Aの侵食は、ここにあった廃船を撤去してできた窪地の影響であるので、これは人為的な侵食である。廃船の撤去跡は、埋没量解析の対象範囲外なので、図-2.2.4(22)には表示されていない。

さて、漁港の維持管理上問題となる堆積は、Bのところで生じている。航路の場合一箇所でも航行に支障が生じるほどに水深が浅くなると、航路全長の使用が不可能になる。したがって、堆積が局所的であっても注意しておかなければならない。この堆積に対応する侵食はCのところで生じている。最新の深浅図（図-2.2.4(25)、2012年7月）及びその拡大図（図-2.2.4(26)）を見ると、砂嘴の先端部の海底には浅海域が広がっており、Cの侵食領域はこの浅いところ（の法肩）で生じていることが分かる。これは、潮流によるものではなく、浅海域であるが故に回折変形する波の作用の影響と考えられる。

砂嘴先端の浅瀬域への砂供給に関しても留意すべきことがある。現在、砂嘴の海浜部には1本の突堤（Jetty）が建設されていて、東から西方向、そして砂嘴先端へと向かう砂の移動を効果的に阻止しているように見える。しかしながら、図-2.2.4(27)に見られるように、砂の堆積は突堤の天端レベルまで達しており、大潮期の満潮時には少しの波・流れによっても砂が簡単に乗り越える（こぼれ落ちる）状況になっている。図-2.2.4(27)は干潮時の撮影であり、矢印のところに

突堤を越えた砂の堆積が認められる。この砂はこのあと徐々に砂嘴先端の浅海域に運ばれ、ゆくゆくはB地域（図-2.2.4(24)）に堆積する可能性がある。したがって、突堤の天端を嵩上げする等の対策が必要になる。

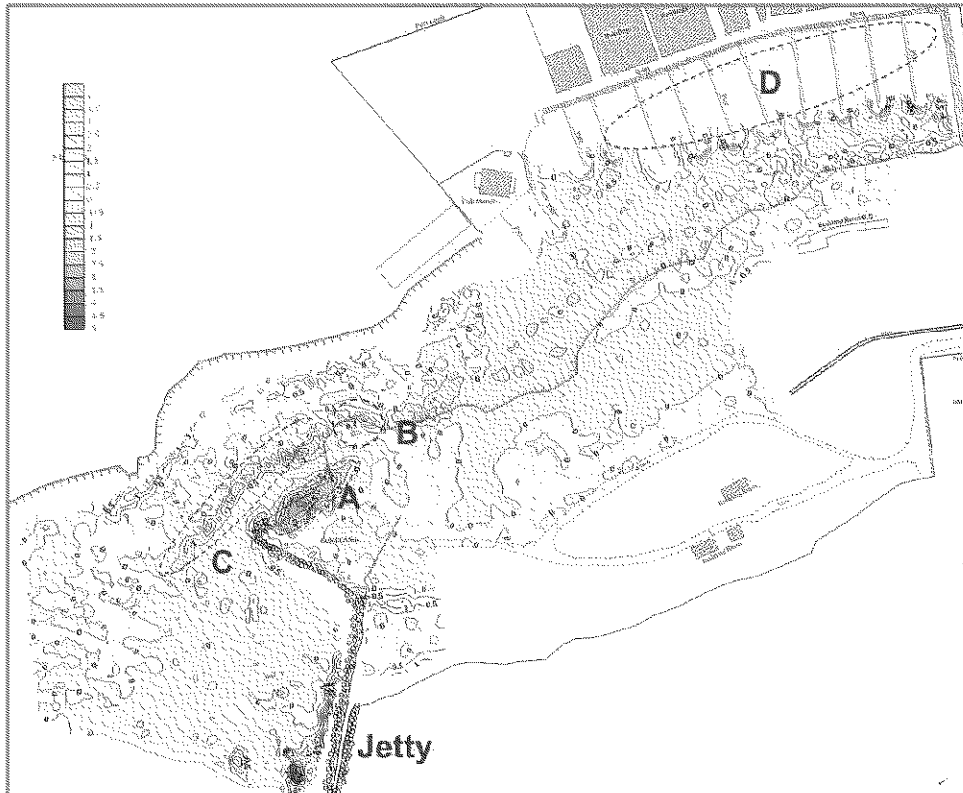


図-2.2.4(24) 2007年11月(⑥)から2012年7月(⑦)の地形変化(広域)

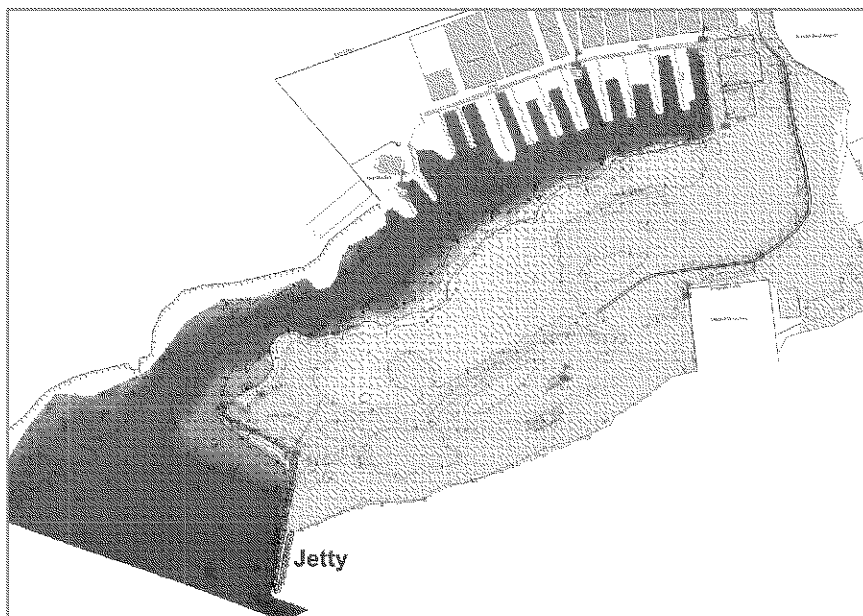


図-2.2.4(25) 2012年7月の地形図

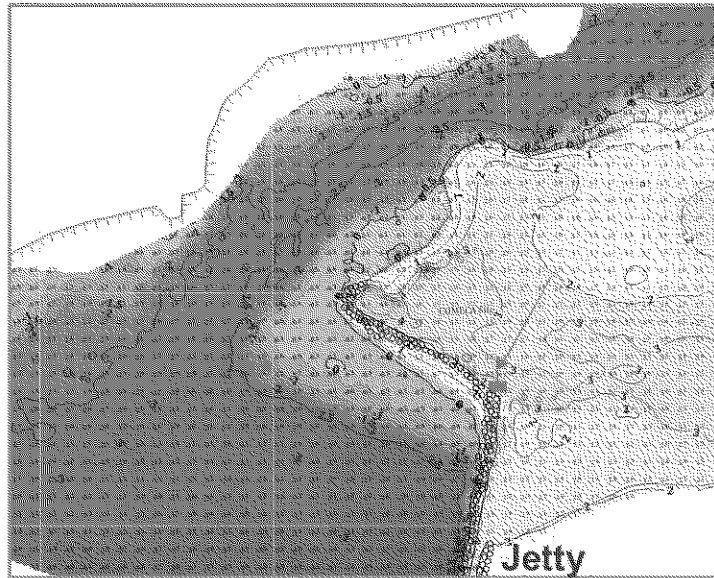


図-2.2.4(26) 2012年7月の地形図（図-2.2.4(25)の部分拡大）



図-2.2.4(27) 突堤上を越流した砂の堆積（2012年7月22日干潮時撮影）

最後に、係留施設（栈橋）のところ（図-2.2.4(24)でDの範囲）は、今回の解析対象には含まれていない。ここは、飛砂による埋没の可能性を否定できないところであるので、今後こまめにモニターすることが望ましい。この範囲には栈橋があるので、栈橋上からレッドなど用いた水深のモニターが比較的簡単にできる。

2-2-5 ベースライン調査結果

ベースライン調査として、水揚・係留調査、ヒアリング調査及び漁船の標本調査を実施した。

(1) 水揚・係留調査

2012年7月12日から7月25日までの2週間、ヌアディブ漁港の水揚棧橋4基、係留棧橋8基及び東護岸において、調査員を24時間配置し、漁船の水揚隻数・水揚量、係留隻数等を調査した。なお、係留棧橋における係留隻数調査結果については、「3-2-1-3 計画係留隻数の設定」に示す。

1) 水揚待ち時間

水揚棧橋での待ち時間及びその割合を図-2.2.5(1)及び図-2.2.5(2)に示す。沿岸漁船、ピローグ漁船ともに待ち時間0～15分が最も多く、72%を占めている。

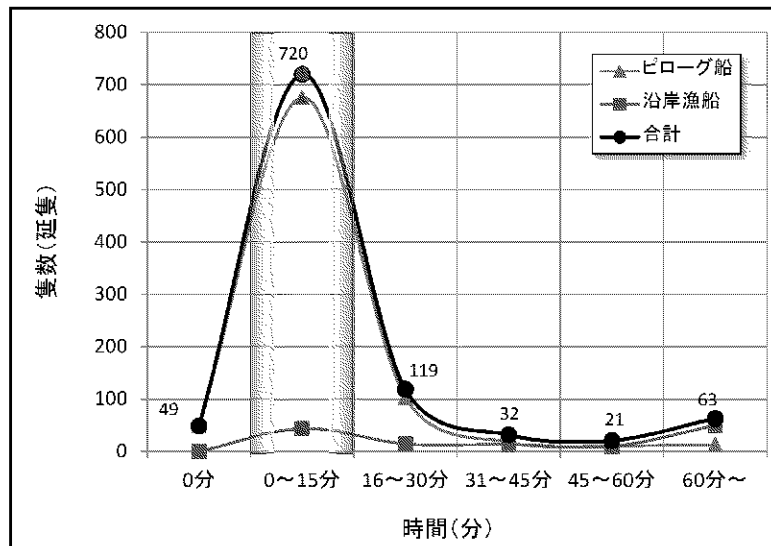


図-2.2.5(1) 水揚待ち時間

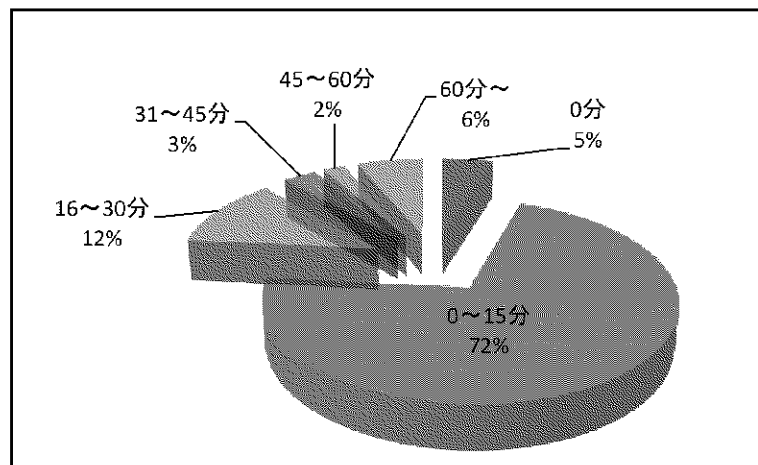


図-2.2.5(2) 水揚待ち時間の割合

各棧橋での水揚待ち時間を図-2.2.5(3-1)及び図-2.2.5(3-2)に示す。

水揚棧橋 No.1 では沿岸漁船による1時間以上の水揚待ち時間が多い。これは、水揚棧橋 No.1 には通常でも多くの沿岸漁船が係留されているため、水揚スペースがないことを意味している。

水揚棧橋 No.2 ではピローグ漁船で待ち時間15~30分が40隻、0~15分が55隻、沿岸漁船で15~30分が9隻、0~15分13隻である。この棧橋は、主に大型沿岸漁船の水揚と荷捌場を経由する底魚のピローグ漁船に利用されている。また、棧橋の西側が漁業監視船の係留に使われており、実質水揚可能なスペースは棧橋東側の50mしかない。

水揚棧橋 No.3 では殆どのピローグ漁船が待ち時間0~15分である。水揚棧橋 No.4 では、多くのピローグ漁船が待ち時間0~15分であるが、待ち時間なしが50隻ある。これらの棧橋にはEPBRの漁港監視課職員が24時間配置され、漁船が長時間係留しないように監視している。

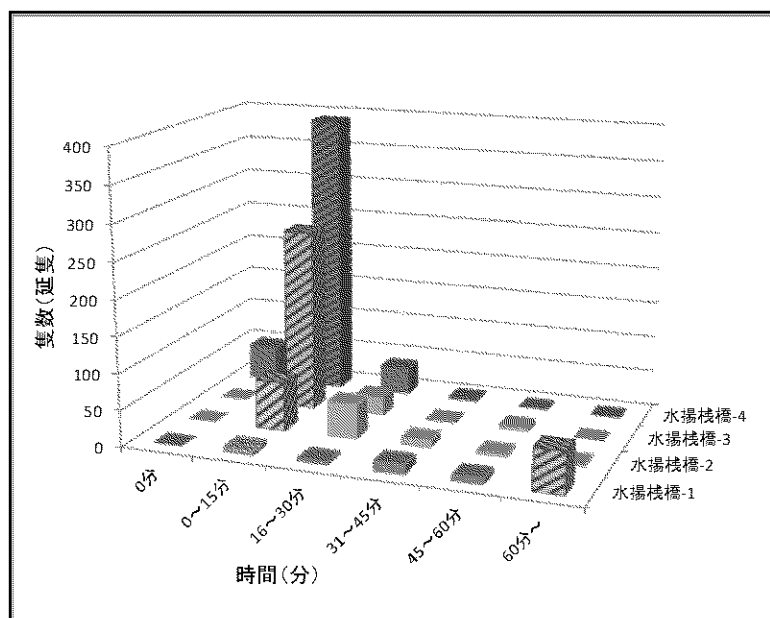


図-2.2.5(3-1) 各棧橋の水揚待ち時間(1)

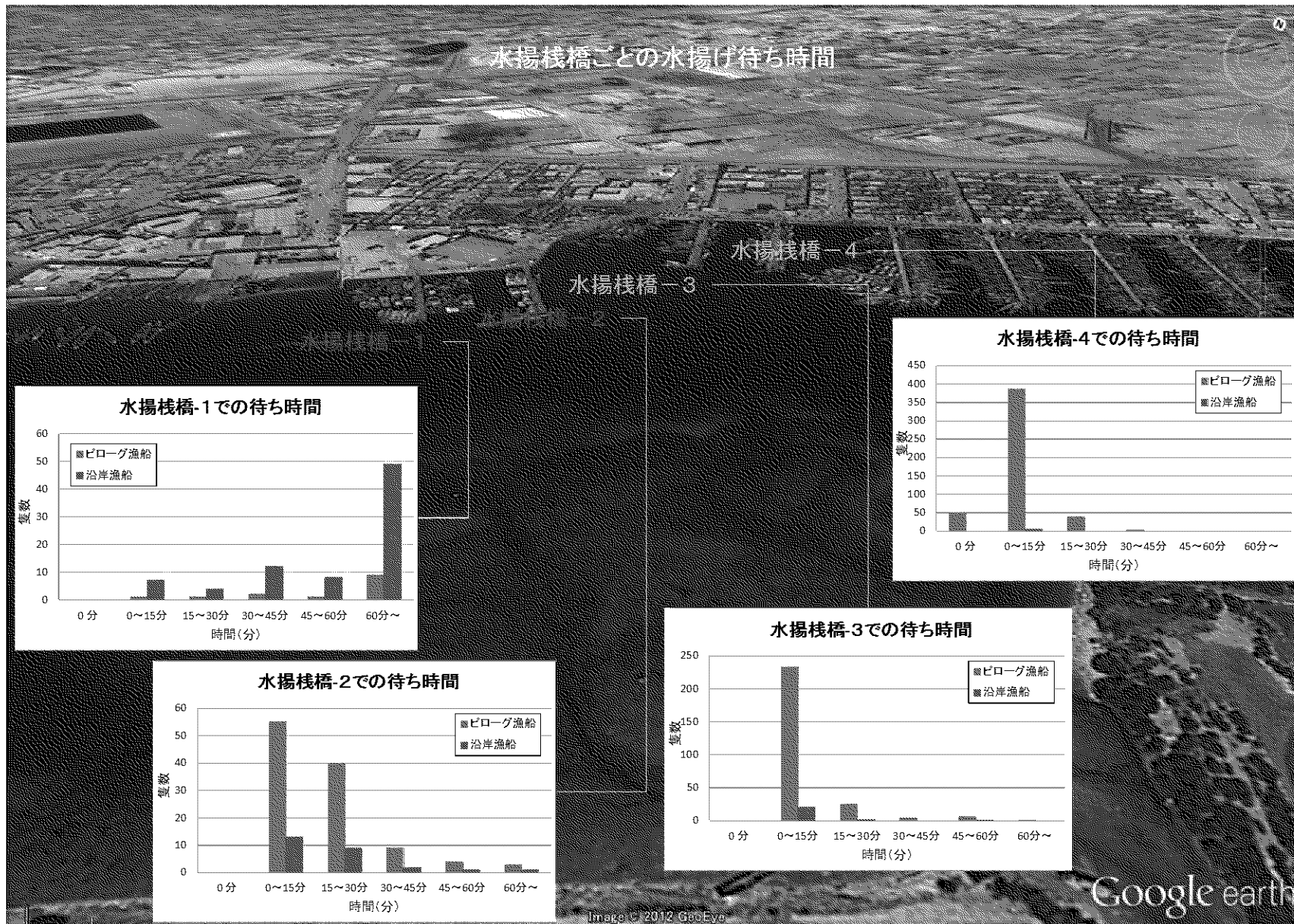


図-2. 2. 5 (3-2) 各棧橋の水揚げ待ち時間 (2)

2) 水揚時間

水揚棧橋及び東護岸における水揚時間を図-2.2.5(4)に、各水揚棧橋の水揚時間を図-2.2.5(5)に示す。水揚時間は0～15分が最も多い。水揚棧橋 No.1 では水揚時間 60分以上が多くなっており、これは大型沿岸漁船の水揚である。

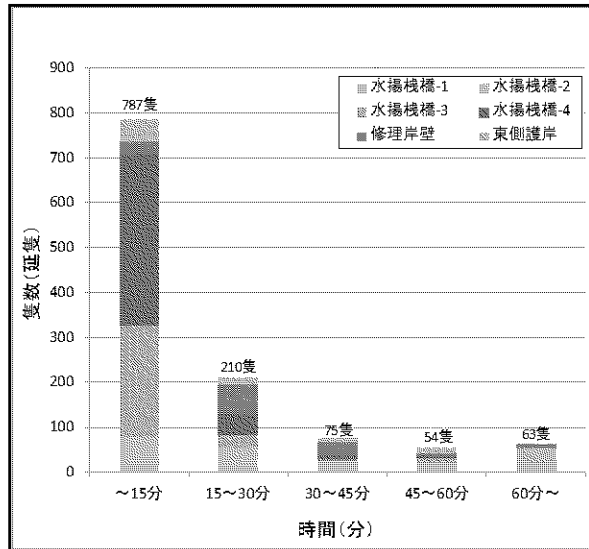


図-2.2.5(4) 水揚時間

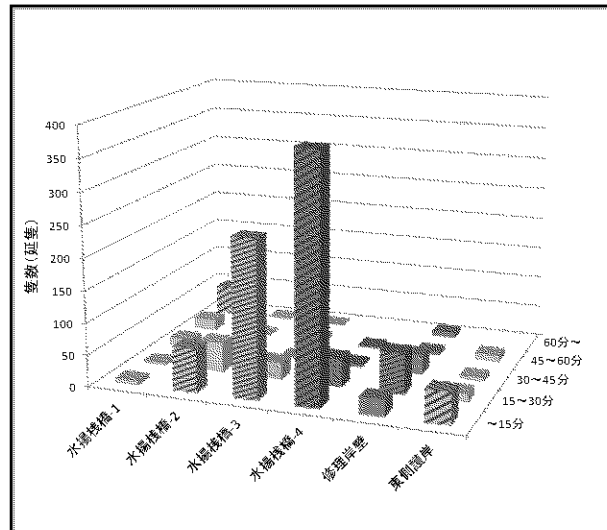


図-2.2.5(5) 各水揚棧橋の水揚時間

3) 水揚時間帯

水揚棧橋及び東護岸における水揚時間帯を図-2.2.5(6)に、各水揚棧橋の水揚時間帯を図-2.2.5(7)に示す。水揚時間帯は、日中の午前8時から午後8時までに水揚した漁船の割合は約84%である。また、少量であるが夜間も継続して水揚が行われている。水揚棧橋 No. 1 及び No. 2 では、午前7時から午後9時までに水揚が行われ、夜間の水揚はない。水揚棧橋 No. 3 及び No. 4 では、午後から夕方にかけての水揚が多いが、午前4時台の水揚もかなり行われている。

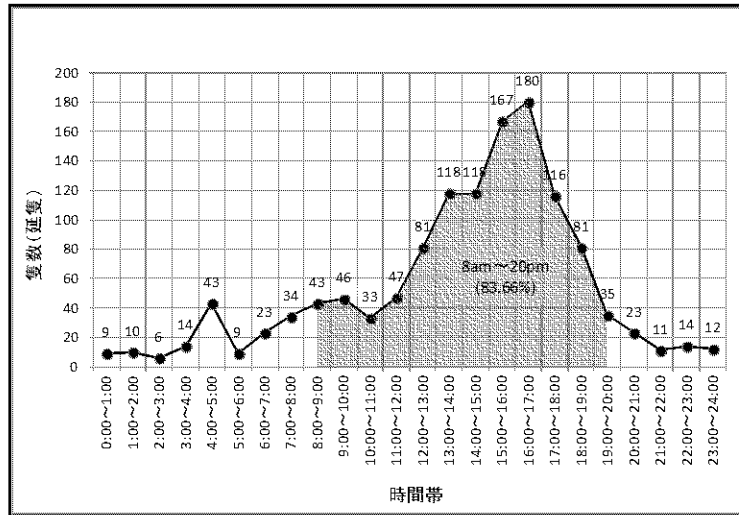


図-2.2.5(6) 水揚時間帯

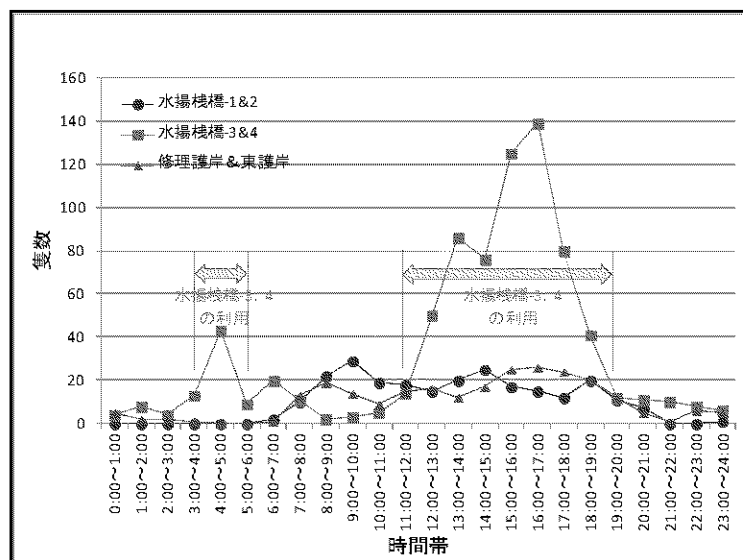


図-2.2.5(7) 各水揚棧橋の水揚時間帯

4) ピローグ漁船の係留待ち時間

ピローグ漁船の係留待ち時間を図-2.2.5(8)及び図-2.2.5(9)に示す。待ち時間は0分が45%、0～15分が45%である。つまりピローグ漁船の約半分は0～15分の係留待ち時間が生じている。

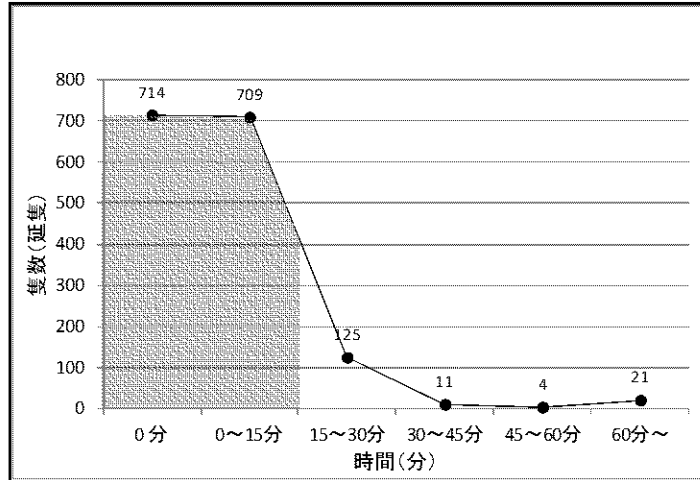


図-2.2.5(8) ピローグ漁船の係留待ち時間

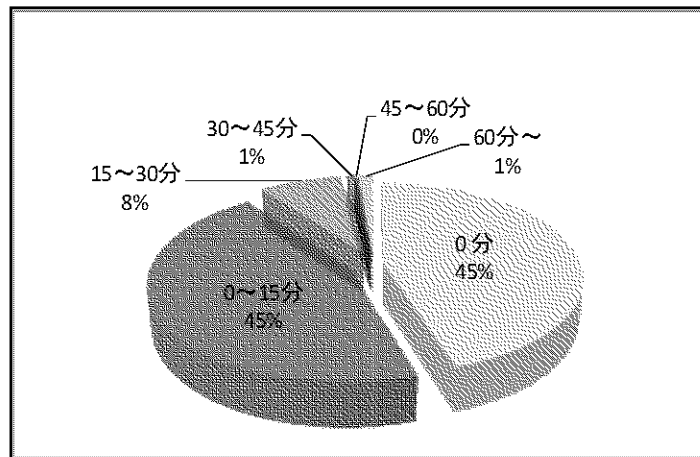


図-2.2.5(9) 係留待ち時間の割合

5) 係留時間

各棧橋における係留時間を図-2.2.5(10)に示す。係留漁船の半数が12時間、半数が1日以上である。

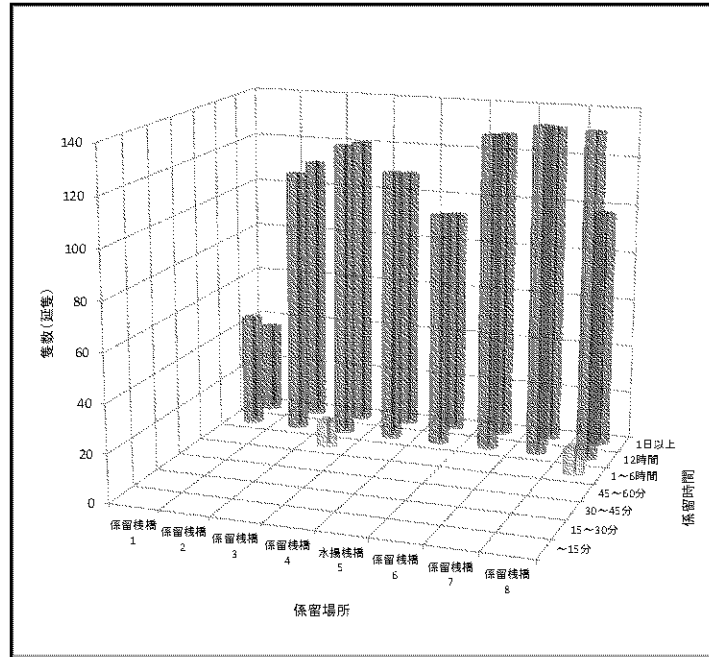


図-2.2.5(10) 各棧橋における係留時間

6) ピローグ漁船の係留時間帯

ピローグ漁船の係留時間帯を図-2.2.5(11)に示す。係留時間帯は午前10時台が最も多く、午後3時~5時に第二のピークがある。

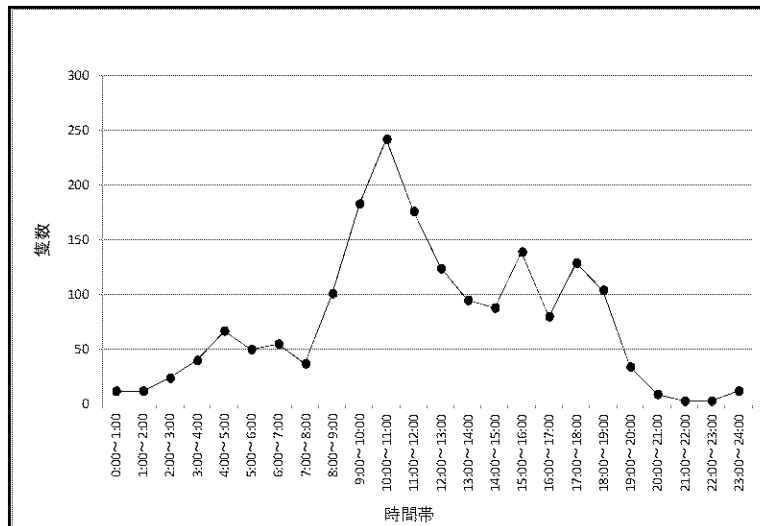


図-2.2.5(11) ピローグ漁船の係留時間帯

7) 漁船の水揚量

1日当たりの船種別水揚量を図-2.2.5(12)に、1回当たりの水揚量を図-2.2.5(13)に、船種別各水揚栈橋の1日当たり水揚量を図-2.2.5(14)に示す。

図-2.2.5(12)より、1日の水揚量は沿岸漁船7.43トン（タコ5.49トン、魚1.94トン）、ピローク漁船61.47トン（タコ53.77トン、魚7.70トン）である。

図-2.2.5(13)より、1回当たりの水揚量は沿岸漁船のタコ1.10トン、魚0.36トン、ピローク漁船のタコ0.51トン、魚0.43トンである。

図-2.2.5(14)より、1回当たりの水揚量は、水揚栈橋 No. 3 では沿岸漁船 3.77 トン、ピローク漁船 20.20 トンであり、水揚栈橋 No. 4 ではピローク漁船 32.67 トンである。

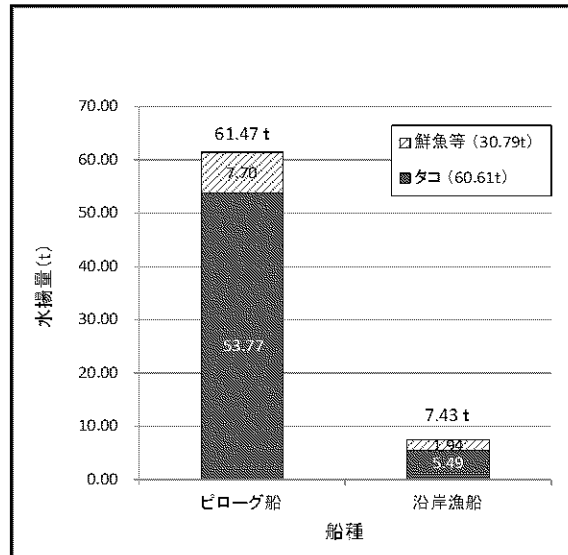


図-2.2.5(12) 1日当たり船種別水揚量

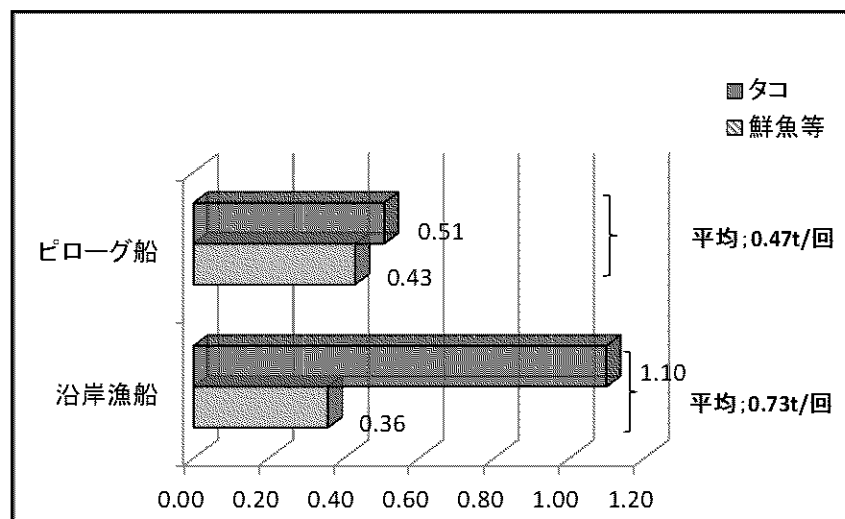


図-2.2.5(13) 1回当たり水揚量

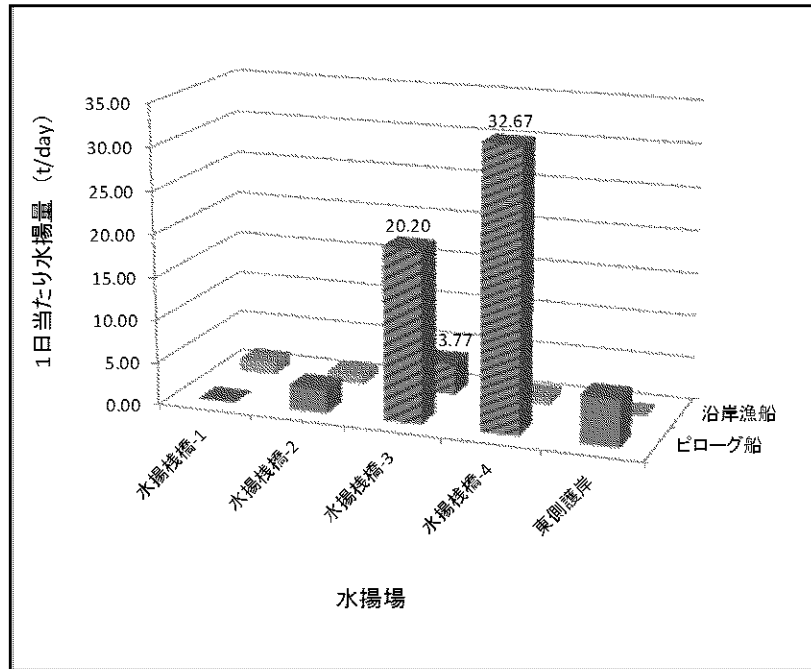


図-2.2.5(14) 船種別各水揚棧橋の1日当たり水揚量

(2) ヒアリング調査

ピローグ漁船、甲板船、大型沿岸漁船、流通業者、輸出業者及び加工業者、女性の魚商に対してヒアリング調査を実施した。調査結果は資料6-4に、その概要を以下に示す。

- ①ピローグ漁船の船齢は2隻を除き、10年までと10～20年までが約半々である。出漁時間は朝方が多く、帰港時間は午後が多い。したがって、水揚時間帯も午後が多い。ただし、仲積船の水揚時間帯は24時間となっている。
- ②大型沿岸漁船の船齢は10隻のうち、30年以上が3隻、20～30年が2隻、10～20年が4隻、10年以下が1隻である。出漁時間は朝方が多く、帰港時間は午後が多い。したがって、水揚時間帯も午後が多い。
- ③流通業者10社のうち国外市場と国内市場は半々である。購入魚種はタコ、底魚であり、購入後のロスについては10社のうち8社がロス有りと回答している。
- ④輸出業者及び加工業者の輸出先は日本、ヨーロッパ、スペイン、ポルトガル等である。輸出魚種はスペイン、ポルトガルが鮮魚で、その他はタコである。輸出手段はほとんどが海上輸送である。
- ⑤女性の魚商については22人のうち、漁港内の新魚市場で販売しているのは5人のみで、他は漁港の外の小売市場及び道路端で販売している人が多い。1ヶ月の労働日数は毎日と回答したものは5人で、他は金曜日を除く毎日及び月26日労働である。購入後のロスについては「時々ある」と答えた人が大半で、その対処方法は冷凍保存である。

ルボ湾漁港公社（EPBR）に対する要望事項を表-2.2.5(1)に示す。

表-2.2.5(1) EPBR への要望事項

ヒアリング先	要 望 事 項	件数
ピローグ船・甲板船 (38)	漁港の拡張（岸壁及びポンツーンの拡張も含む）	22
	漁船を修理するためのワークショップの建設	13
	岸壁及びポンツーンの補修	6
	水、電力の不足	4
	港内のセキュリティーの充実	3
	水、電気、燃料の価格が高い	2
	漁船を修理するためのドックの建設	1
大型沿岸漁船 (12)	岸壁及びポンツーンの拡張	3
	水、氷、燃料の十分な確保	3
	大型漁船を吊り上げるクレーン	2
	電力不足	2
	漁船の修理場所の確保	1
	消火栓の不足	1
流通業者 (10)	漁港の拡張	5
	水、電力の不足	5
	駐車場の確保	2
	製氷機の修理	1
輸出業者／加工業者 (10)	漁港の拡張	6
	水、電力の不足	4
	汚水処理施設の完備	1
魚商（女性） (22)	漁港内市場の拡張	10
	水及び氷の不足（製氷機の増設を含む）	10
	新市場の借り賃が高い	2
	魚を保管する魚箱の不足	2
	新市場に十分な水の確保	1
	トイレの設置	1

注；カッコ内数字はヒアリング数を示す。

漁港の拡張については各ヒアリング先から要望が出ており、本計画の要請内容とも一致している。また、漁港内の水及び電力不足についても要望が出ている。ピローグ漁船や甲板船からは漁船を修理するためのワークショップの建設が挙げられている。魚商からは漁港の外で販売している人もおり、漁港内の新市場の拡張の要望がある。

(3) 漁船の標本調査

ピローグ漁船、甲板船、沿岸漁船の標本調査（操業実態調査）を実施した。調査結果を資料6-5に、その概要を表-2.2.5(2)から表-2.2.5(6)に示す。

表-2.2.5(2) ピローグ漁船（タコ漁）

【サンプル数：23隻】

No	項目	内容
1	漁船種類	全てFRP製
2	船名、登録番号	全て登録番号有り
3	乗組員（人）	5～6人
4	対象魚種	全てタコ
5	タコツボの数	1,000～1,200個が多い
6	漁場	ブランコ岬
7	出漁期間	10～12日が多い
8	出漁時刻及び漁場までの所要時間	出漁時刻は午前中、所要時間は5～8時間が多い
9	操業開始時刻及び操業時間	操業開始時刻は早朝6時、操業時間は約6時間が多い
10	帰港時刻	帰港時刻17:00～20:00が多い
11	1出漁当たり漁獲量	300～600kgが多い
12	エンジン馬力	全て40馬力の船外機
	燃料消費量	200～600リットルが多い
13	水揚開始時刻	17:00～20:00が多い
	所要時間	約1時間が多い
14	漁獲物の搬入先	全て水産加工工場
15	係留桟橋到着時刻	19:00～20:00が多い
	係留作業時間	30～60分が多い
16	出漁準備所要時間	2～3時間が多い
17	積込漁水（リットル）	200～300リットルが多い
	燃料（リットル）	200～400リットルが多い
	食料（日分）	10日分が多い

表-2.2.5(3) ピローグ漁船（浮漁）

【サンプル数：12 隻】

No	項目	内容
1	魚種	浮魚（エイ）
2	漁船種類	FRP 製：10 隻、木製：2 隻
3	船名、登録番号	全て登録番号有り
4	乗組員（人）	5～6 人が多い
5	漁法	網漁でエイを漁獲
6	漁場	60～70 マイルが多い
7	出漁期間	2～4 日が多い
8	出漁時刻及び漁場までの所要時間	出漁時刻は午前中、所要時間は 4～13 時間とまちまち
9	操業開始時刻及び操業時間	操業開始時刻は早朝 6 時、操業時間は 10～12 時間が多い
10	帰港時刻	帰港時刻 10:00～12:00 が多い
11	1 出漁当たり漁獲量	1,000～2,000kg が多い
12	エンジン馬力	FRP 製は 40 馬力、木製は 15 馬力の船外機
	燃料消費量	FRP 製：300～400 リットル、木製：約 30 リットル
13	水揚開始時刻	10:00～12:00 が多い
	所要時間	約 1 時間が多い
14	漁獲物の搬入先	全て干物製造業者
15	係留桟橋到着時刻	13:00 及び 20:30
	係留作業時間	10 分以内
16	出漁準備所要時間	15 分
17	積込漁 水（リットル）	40 馬力：200～300 リットル 15 馬力：20～40 リットル
	燃料（リットル）	40 馬力：300～400 リットル 15 馬力：30～70 リットル
	食料（日分）	1～4 日分

表-2.2.5(4) 沿岸漁船（底漁）

【サンプル数：13 隻】

No	項目	内容
1	魚種	底魚
2	漁船種類	全て甲板船（船内機船）
3	船名、登録番号	全て登録番号有り
4	乗組員（人）	6～8 人が多い
5	漁法	カゴ漁
6	漁場	ブランコ岬：11 隻 ティミリス：2 隻
7	出漁期間	8～10 日が多い
8	出漁時刻及び漁場までの所要時間	出漁時刻は午前中、所要時間は 5～6 時間が多い
9	操業開始時刻及び操業時間	操業開始時刻は午前中、操業時間は 3～8 時間でまちまち
10	帰港時刻	帰港時刻 17:00～20:00 が多い
11	1 出漁当たり漁獲量	1,000～2,000kg が多い
12	エンジン馬力	150～300 馬力が多い
	燃料消費量	1,500～2,000 リットルが多い
13	水揚開始時刻	17:00～19:00 が多い
	所要時間	30 分～1 時間が多い
14	漁獲物の搬入先	水産加工工場及び仲買人
15	係留桟橋到着時刻	17:00～22:00
	係留作業時間	10～25 分
16	出漁準備所要時間	9 時間
17	積込漁 水（リットル）	1,000～2,000 リットル
	燃料（リットル）	1,500～3,000 リットル
	食料（日分）	8～10 日分

表-2.2.5(5) 沿岸漁船（タコ）

【サンプル数：11 隻】

No	項目	内容
1	魚種	タコ
2	漁船種類	全て甲板船（船内機船）
3	船名、登録番号	全て登録番号有り
4	乗組員（人）	8～11 人が多い
5	漁法	カゴ漁
6	漁場	ブランコ岬
7	出漁期間	8～11 日が多い
8	出漁時刻及び漁場までの所要時間	出漁時刻は午前中、所要時間は 4～6 時間が多い
9	操業開始時刻及び操業時間	操業開始時刻は午前・午後まちまち、操業時間は 3～5 時間が多い
10	帰港時刻	帰港時刻 18:00～20:00 が多い
11	1 出漁当たり漁獲量	300～500kg が多い
12	エンジン馬力	100～200 馬力が多い
	燃料消費量	300～1,000 リットルでまちまち
13	水揚開始時刻	15:00～20:00 が多い
	所要時間	30 分～1 時間が多い
14	漁獲物の搬入先	水産加工工場
15	係留桟橋到着時刻	18:00～20:00
	係留作業時間	10～35 分
16	出漁準備所要時間	9 時間
17	積込漁 水（リットル）	500～1,000 リットル
	燃料（リットル）	1,000～2,000 リットル
	食料（日分）	8～10 日分

表-2.2.5(6) 大型沿岸漁船（タコ）

【サンプル数：3隻】

No	項目	内容
1	魚種	タコ
2	漁船種類	全て大型沿岸漁船（船内機船）
3	船名、登録番号	全て登録番号有り
4	乗組員（人）	9～10人
5	漁法	カゴ漁
6	漁場	ブランコ岬
7	出漁期間	8～11日
8	出漁時刻及び漁場までの所要時間	出漁時刻は午前中、所要時間は約4時間
9	操業開始時刻及び操業時間	操業開始時刻は午前・午後まちまち、操業時間は約4時間
10	帰港時刻	帰港時刻 18:00～20:00
11	1 出漁当たり漁獲量	1,500～2,300kg
12	エンジン馬力	360～380馬力
	燃料消費量	2,000リットル
13	水揚開始時刻	14:00～20:30
	所要時間	1～3時間
14	漁獲物の搬入先	水産加工工場
15	係留桟橋到着時刻	18:00～20:00
	係留作業時間	20～30分
16	出漁準備所要時間	9時間
17	積込漁水（リットル）	2,000～4,000リットル
	燃料（リットル）	6,000～18,000リットル
	食料（日分）	8～10日分