

AA2018-9

航空事故調査報告書

I 山梨県警察本部所属
ベル式412EP型（回転翼航空機）
JA110Y
救助活動中の航空機による人の死亡

II 株式会社せとうちSEAPLANES所属
クエスト式K o d i a k 100型（水陸両用機）
JA02TG
着水時の機体損傷

平成30年11月29日

本報告書の調査は、本件航空事故に関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 中橋 和博

《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

II 株式会社せとうちSEAPLANES所属
クエスト式K o d i a k 100型（水陸両用機）
JA02TG
着水時の機体損傷

航空事故調査報告書

所 属 株式会社せとうちSEAPLANES
型 式 クエスト式K o d i a k 1 0 0型 (水陸両用機)
登録記号 J A 0 2 T G
事故種類 着水時の機体損傷
発生日時 平成30年4月15日 11時13分ごろ
発生場所 広島県尾道市浦崎町境が浜沖約1.2kmの海上

平成30年11月9日
運輸安全委員会 (航空部会) 議決
委 員 長 中 橋 和 博 (部会長)
委 員 宮 下 徹
委 員 石 川 敏 行
委 員 丸 井 祐 一
委 員 田 中 敬 司
委 員 中 西 美 和

1 調査の経過

1.1 事故の概要	株式会社せとうちSEAPLANES所属クエスト式K o d i a k 1 0 0型 J A 0 2 T Gは、平成30年4月15日 (日)、着水時にバウンドし、機体を損傷した。
1.2 調査の概要	運輸安全委員会は、平成30年4月16日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。 本調査には、事故機の設計・製造国であるアメリカ合衆国の代表が参加した。 原因関係者からの意見聴取及び関係国への意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過	<p>機長及びアドバイザー*1の口述並びに統合計器システムの飛行記録 (以下「飛行記録」という。) によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。</p> <p>株式会社せとうちSEAPLANES所属クエスト式K o d i a k 1 0 0型 J A 0 2 T Gは、平成30年4月15日、飛行前点検で異常のないことを確認後、機長の慣熟飛行のため、機長が左操縦席に、アドバイザーが右操縦席に着座し、10時02分ごろ、尾道市浦崎町境が浜の同社栈橋南西約1kmの水域から北西方向に離水した。</p> <p>機長によれば、当時の天候は晴れ、視程良好、波高は約20cm、風は同社栈橋にある風向風速計の観測で北から10kt程度であった。</p> <p>機長は離水後、場周経路に入り、通常どおりのフラップ35°を使用して機首を北から北西方向に向けて風に正対するか又は右前方からの弱い横風状態で着水した後、毎回、水上滑走で離水開始地点まで戻って離水するという手順での離着水を繰り返して8回行った。</p> <p>アドバイザーは、飛行中、統合計器システムに表示された風向風速を読み</p>
-----------	---

*1 「アドバイザー」は、同社が当日の機長慣熟飛行に際し、操縦操作等に関して気付いたこと等を適宜アドバイスする立場で右席に搭乗させていた訓練担当操縦士の社内資格を有する操縦士である。

	<p>上げながら、機長の離着水の操作状況を見て気が付いた事項を適宜アドバイスしていた。</p> <p>機長は、最後（9回目）に左からの横風着水を行うことにした。それまでの離着水時の海面状況等から判断し、5kt程度の左横風になるものと考えて機首を東側に向け、風上側の左翼を下げるウイングローによる進入^{*2}での着水を行った。着水後、通常どおりパワーを絞ったが、その直後の減速滑走中、不規則に機首を左に取られるように感じたため、針路を維持するように右ラダーの踏込を大きくした。機長は右ラダーを踏み込む余裕が少なくなってきたように思い、復行して着水をやり直そうと考えた。機長は、ゴーアラウンド（復行）のコールを行う前に右ラダーの効きを考慮しながら絞っていたパワーを徐々に出していった。</p> <p>アドバイザーは、機長の着水操作は適切であり通常の減速に移ると思っていたが、機長が何も言わずに絞っていたパワーを出し始めたため、「どうしてパワーを出すの。」と声に出した。</p> <p>これを聞いた機長は、復行せずに停止した方が良くかもしれないと思い、再びパワーを絞った。しかし、この時、既に機体が浮揚していたので、着水時の衝撃を緩めるために少しパワーを出した。機体はその直後に着水した後、バウンドしたので再びパワーを絞った後、次の着水時の衝撃を防ぐため再びパワーを出したが機首が下がって着水した。機長はこの時、何かが壊れるような大きな衝撃音を聞くとともにバウンドが継続したので復行操作を開始した。</p> <p>アドバイザーは、何も言わずにパワーを出したり絞ったりする機長の意図が不明なことと、バウンドしながらそれまで左手に見えていた岬が前方に見えてきたため危険を感じ、瞬間的にアイハブ（I have:操縦を受け持つの意味）をコールして操縦を取り（テイクオーバー）、パワーを最大にして復行操作を行った。</p> <p>機長は、自分とアドバイザーの復行操作が重なって操縦の授受に錯誤を生じないように、アドバイザーに操縦を任せた。その後、同機は機体の状況を確認するために栈橋付近を飛行し、地上の整備士によりフロート支柱の損傷が視認されたため、機長は目的地を岡南飛行場に変更し、緊急着陸することにした。</p> <p>機長は、途中でアドバイザーから操縦を交代し、同飛行場上空に到着後、地上の整備士による損傷個所の目視確認を行った後に緊急着陸を実施した。</p> <p>機長は飛行後の点検で機体の損傷を確認した。</p> <p>本事故の発生場所は、広島県尾道市浦崎町境が浜沖の海上（北緯34度23分20秒、東経133度16分08秒）で、発生日時は平成30年4月15日11時13分ごろであった。</p> <p>（図1 事故現場周辺図、図2 事故現場見取図及び表 飛行記録 参照）</p>
2.2 死傷者	なし
2.3 損壊	航空機損壊の程度：中破 ① 右前方支柱：折損

*2 「ウイングローによる進入」とは、横風に流されないために風上側の翼を下げるように補助翼（エルロン）を操作し、それによって風上側に旋回しないように逆（風下側）へ方向舵（ラダー）を操作するクロスコントロールを行って滑走路などからの延長線上を進入することをいう。（2.8(1)③ 参照）

- ② 右前方支柱取付構造部：損傷
- ③ 左右主支柱のフェアリング：損傷



写真1 機体損傷箇所

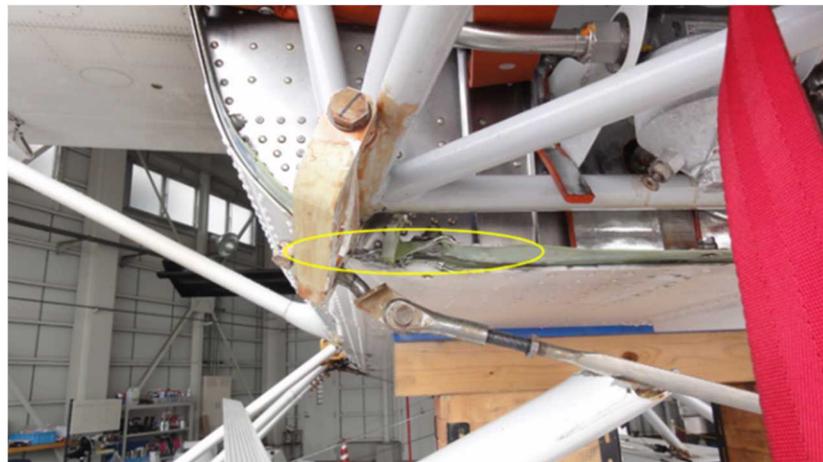


写真2 右前方支柱取付構造部の損傷部分

2.4 乗組員等

(1) 機長 男性 59歳	
事業用操縦士技能証明書（飛行機）	昭和56年6月2日
特定操縦技能 操縦等可能期間満了日	平成31年10月2日
限定事項 水上単発タービン機	平成29年6月12日
第1種航空身体検査証明書 有効期限	平成30年11月4日
総飛行時間	10,125時間05分
同型式機による飛行時間	155時間19分
最近30日間の飛行時間	10時間26分
(2) アドバイザー 男性 68歳	
定期運送用操縦士技能証明書	平成3年3月7日
特定操縦技能 操縦等可能期間満了日	平成31年6月13日
限定事項 水上単発タービン機	平成28年12月12日
第1種航空身体検査証明書 有効期限	平成30年7月1日
総飛行時間	16,398時間17分
同型式機による飛行時間	249時間52分
最近30日間の飛行時間	27時間20分

<p>2.5 航空機等</p>	<p>(1) 航空機型式：クエスト式K o d i a k 1 0 0型 製造番号：1 0 0 - 0 1 5 6、 製造年月日：平成27年10月23日 耐空証明書 第大-2017-445号 有効期限 平成30年10月25日 総飛行時間 452時間53分</p> <p>(2) 事故当時、同機の重量は最大着水重量（7,200lb）に対して5,871lbと推算され、重心位置は許容範囲内にあった。</p> <p>(3) 事故当時、フラップ35°の失速速度（指示対気速度）は約42ktであった。</p>																				
<p>2.6 気象・海象</p>	<p>(1) 同社栈橋（事故現場の東方約1.2km）における風向風速計の観測値及び波高の目測結果</p> <table border="1" data-bbox="459 629 1246 790"> <thead> <tr> <th>時刻</th> <th>風向</th> <th>風速</th> <th>波高</th> <th>うねり</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>09時57分</td> <td>360°</td> <td>10kt</td> <td>25cm以下</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>11時20分</td> <td>360°</td> <td>12kt</td> <td>25cm以下</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>11時41分</td> <td>360°</td> <td>15kt</td> <td>25cm以下</td> <td>なし</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 事故現場の北方約6.5km、標高1.6mに位置する気象庁福山地域気象観測所の観測値（風速はm/sをktに換算）は、次のとおりであった。</p> <p>11時20分 風向 北西 風速 9kt 最大瞬間風速 17kt</p>	時刻	風向	風速	波高	うねり	09時57分	360°	10kt	25cm以下	なし	11時20分	360°	12kt	25cm以下	なし	11時41分	360°	15kt	25cm以下	なし
時刻	風向	風速	波高	うねり																	
09時57分	360°	10kt	25cm以下	なし																	
11時20分	360°	12kt	25cm以下	なし																	
11時41分	360°	15kt	25cm以下	なし																	
<p>2.7 事故現場</p>	<p>事故現場は広島県尾道市浦崎町境が浜にある同社栈橋の西方約1.2kmの海上であり、西側及び南東側を開けた幅約1kmの水道がある以外は、小高い山を持つ陸岸及び島に囲まれた海面の中央部付近であり、同社が、通常、離着水に使用している水域であった。同水域は、南北方向の陸岸が近く、同方向からの風が陸地の地形の影響を受け風向風速が変化しやすい特徴をもっている。</p>  <p>The map shows the accident site (事故現場) marked with a red star in the bay area. Key locations include the main entrance (橋出入口), the bay (尾道系崎港), and islands such as Kago Island (加島), Ue-Kawajiri Island (上江府島), and Shimo-Kawajiri Island (下江府島). A dashed line indicates the regular passenger ship route (旅客船の定期航路). A scale bar shows 0 to 2 km, and the map is credited to the Geographical Institute of Japan (国土地理院).</p> <p>図1 事故現場周辺図</p>																				

統合計器システムの飛行記録及びそれに基づく推定飛行経路を含む事故現場見取図は次のとおりである。

表 飛行記録 (最小記録間隔 1 秒)

時刻 11:12 (秒)	針路 (°)	ピッチ 角(°)	ロール角 (°) R:右 L:左	対気 速度 (kt)	気圧 高度 (ft)	出力(フ ロペラトル ク) (ft ・lb)	垂直加 速度 (G)1.0 基準	備考
20	081	-2	R1	87	45	443		進入中
30	081	5	L3	70	9	461	0.99	着水前
35	081	7	L0.4	64	1	472	1.07	着水
38	079	6	R0.3	60	-3	197		出力減
41	063	8	R3	51	-4	375		復行開始
44	042	5	R2	51	-2	1,471		出力増
46	041	6	R3	53	0	917	0.85	復行中断
47	040	6	R8	58	-1	875	1.05	出力減
48	035	6	R6	55	0	1,154	0.85	出力増
49	033	6	R6	60	4	435	1.25	出力減
50	023	6	R2	57	-1	895	0.80	出力増
51	023	-0.3	L4	60	5	524	1.46	事故発生
53	010	10	L3	57	-3	1,953	0.95	復行開始
59	046	10	R37	68	53	1,620		上昇中

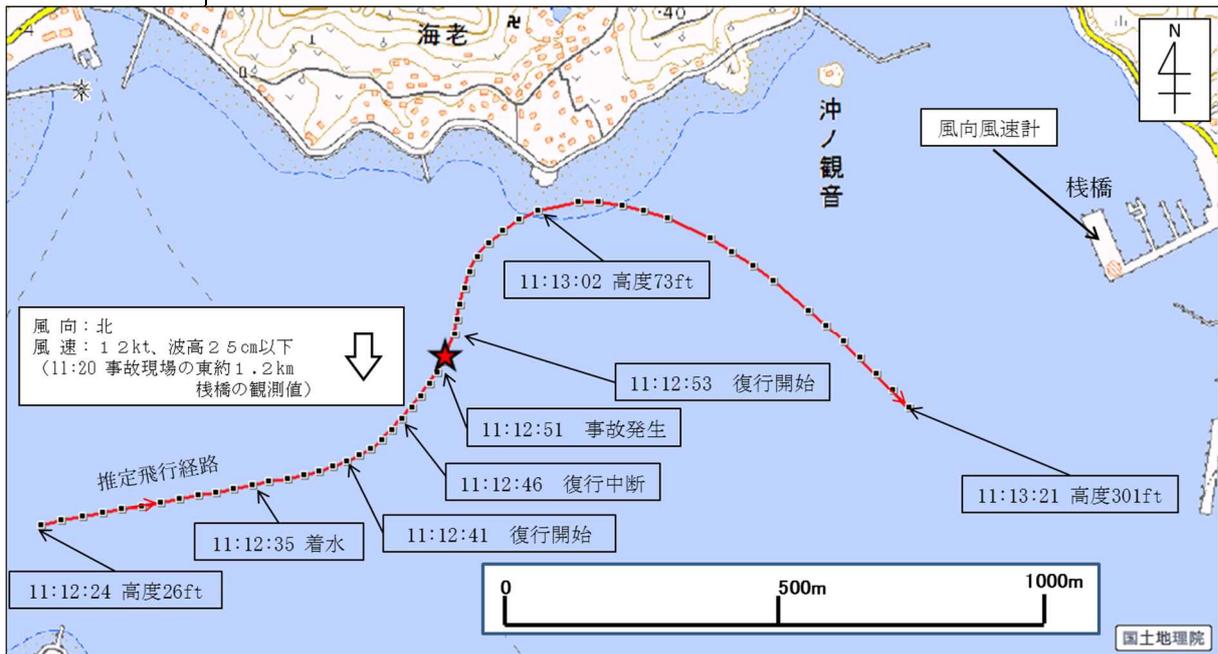


図 2 事故現場見取図

2.8 その他必要な事項

(1) 横風着水等に関し、次の規定、マニュアル等に以下の内容の記述がある。

- ① 同社のフライトクルー・オペレーティングマニュアル
第4章 航空機の限界事項 (抜粋)
最大横風成分 離着水時: 1.2kt (飛行規程の実証速度)
- ② 同社のトレーニングマニュアル
4-10-3 横風着水 (抜粋)
a 諸元 フラップ35° 進入速度 75kt

b 留意点

- ・ 通常着水と同様に進入し、初期段階はクラブによる進入^{*3}を行う。
- ・ 着水姿勢 ($8^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$) の確立と同時にウイングローによる進入 (クロスコントロール) を確立する。
- ・ 進行方向と機体軸線を合わせて進入を継続し、横滑りさせてはならない。
- ・ 着水後直ちに舵圧を緩めると、水の抵抗により横転する危険がある。減速に合わせてフロートが水面に落ち着くまでクロスコントロールを維持する。

4-12 復行 (抜粋)

a 留意点

- ・ 突然の復行に常に備え、実施の場合は躊躇なく確実に^{ちゆうちよ}行う。
- ・ 自ら実施した場合は「ゴーアラウンド」のコール、その後の飛行方法について通報する。

b 復行の判断基準

最終の着水姿勢を確立後、以下の状況が認められたとき

- ・ 風の変化に対し機軸を合致させられず横滑りを止められない。
- ・ 着水時の機首角が目安の $8.0^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ を維持できない。
- ・ 対気速度 65 kt を維持できない。
- ・ 着水時の降下率が 200 ft/m 以下を維持できない。
- ・ バウンド後にポーポイズ^{*4}の兆候が見られた。

③ U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION
Flight Standard Service “SEAPLANE, SKIPLANE and FLOAT/SKI EQUIPPED
HELICOPTER OPERATIONS HANDBOOK” 2004, pp. 6-3, 6-4

第6章 水上機の運航—着水 (抜粋)

横風着水

水上機の横風着水におけるウイングローによる進入では、風上側の翼を下げ、直進できるようにラダーで方向を制御する。これにより機体を風上側に滑らせ、風下側への偏流を打ち消す。

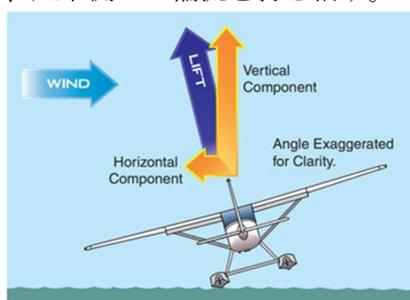


Figure 6-4. Dropping the upwind wing uses a horizontal component of lift to counter the drift of a crosswind.

風上側のフロートが着くと機体は水の抵抗により急激に減速し、揚力が減少して風下側のフロートが着水する。

スロットルを絞り、風上側へエルロンを操舵する量を増やし、風上側の翼下げを維持する。速度の減少につれてラダーの効きが悪くなり、風

*3 「クラブによる進入」とは、横風に流されないために風上側に修正偏流角をとって滑走路などからの延長線上を進入することをいう。

*4 「ポーポイズ」とは、航空機が通常より大きい降下率と浅い機首上げ姿勢で接地しバウンドした際に操縦士の修正操作が適当ではない場合、イルカが海面を跳ねるように機体が接地と再浮揚を繰り返すような状態になることをいう。

	<p>見効果^{*5}で機首が風上側に向こうとする。</p> <p>風見効果とそれによる遠心力の影響を少なくするため、着水後、風下側へ旋回する方法がよく用いられる。</p> <p>(2) プロペラ効果について、「航空力学 I プロペラ機編」(社団法人 日本航空技術協会、2010年、p.102-104)に次の内容の記述がある。</p> <p>① プロペラ後流の効果(抜粋)</p> <p>右回転のプロペラを持つ単発機では、低速時、エンジンを高出力にすると、プロペラ後流がプロペラ回転の影響を受けて左右の翼に揚力差を生じるとともに気流が左側から垂直尾翼に当たり、機体は右に傾き機首を左に振る傾向が顕著に現れる。</p> <p>② P-ファクター(抜粋)</p> <p>主翼の迎え角が大きくなる低速時、プロペラブレードの迎え角が回転中の位置で変化することによりプロペラ回転面の推力分布が非対称となる。右回転のプロペラでは右半分の推力が大きくなるため、機首を左に振る傾向が顕著に現れる。</p>
--	--

3 分析

3.1 気象の関与	あり
3.2 操縦者の関与	あり
3.3 機材の関与	なし
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) 気象の影響</p> <p>同社棧橋の風速は、離水時の10ktから事故発生後の15ktまで徐々に強まっていた。</p> <p>事故発生時間帯の福山地域気象観測所の風速は平均9ktであったが、同時にその2倍に近い17ktの最大瞬間風速も観測されていた。</p> <p>同水域の特徴として、事故現場の北風は風上側近傍の地形の影響を受けて風向風速が変動していた可能性が考えられる。</p> <p>機長は着水後、不規則に機首を左に取られるように感じたと述べている。</p> <p>これらのことから、事故発生当時の最大瞬間風速は、同社の横風制限である12ktを超過していた可能性が考えられ、事故発生時、同機にとっては、大きな変動を伴う横風の影響を受けていたものと考えられる。</p> <p>(2) 事故発生時の着水の状況</p> <p>同機は機首を北から北西に向け弱い右からの横風着水を数回行った後、機首を東に向けて左からの横風着水を行ったものと推定される。</p> <p>11時12分20秒頃、同機は気圧高度約45ftの進入時、トレーニングマニュアルに比べ、機首上げ姿勢が低く対気速度が大きかったが、同30秒頃の着水前にはそれらを修正しながら、左からの横風成分に対応するウイングローを確立したものと考えられる。その後、同35秒頃、同機はほぼ規定どおりの機首上げ姿勢でウイングローを取りながらそれまでの針路を維持して着水したものと考えられる。</p> <p>同41秒頃から、同機は、着水後に一度減少させていたパワーを増加させたが、同47秒頃には再びパワーを減少させた後、同48秒頃から同51秒頃までの間にパワーの増減を行ったものと考えられる。</p>

*5 「風見効果」とは、飛行機が垂直尾翼の作用により機首を風上に向ける特性をいう。

パワーを増加させた頃から、同機は、機首を左方向へ偏向させながら右へ傾斜している。左への偏向は左横風による風見効果に加えて右回転プロペラのパワーを増加させたことによるプロペラ効果の影響によることが考えられる。また、右への傾斜は左への偏向により生じた遠心力の作用によるものと考えられる。

機長及びアドバイザーの口述、当時の対気速度が失速速度より10kt程度大きかったこと及び飛行記録にパワー増減の間の垂直加速度の変化が3回（同47秒頃、同49秒頃及び同51秒頃）記録され、その数値が増大してきていることから、同機は着水の後、再浮揚するバウンドを繰り返す、そのバウンドは徐々に大きくなっていったものと考えられる。特に、同51秒には、機首が通常の着水姿勢より大きく下がり、この間で最大の垂直加速度が記録されていることから、この付近で、同機は右に傾斜しながら右フロートから激しく着水し、機体を損傷したものと考えられる。

その後、同機はパワーを出して復行し、陸岸の手前で右上昇旋回に移ったものと推定される。

(3) 機長及びアドバイザーの判断並びに操作

機長は、それまでの離着水時の海面状況等から横風制限内になると判断し、東方に向けて左横風の着水を行い、ほぼトレーニングマニュアルどおりの姿勢及び速度で着水したものと考えられる。

その後、機長はパワーを絞って減速に移ったが、変動する左からの横風成分が瞬間的に強まったことによる風見効果等の影響で機首が不規則に左側へ偏向し始めたものと考えられる。

機長は復行して着水をやり直そうと考えてパワーを徐々に出していったが、それほど差し迫った状況ではないと感じ、ゴーアラウンドのコールを直ぐに行わなかったため、アドバイザーからパワーを出す意図を確認されたものと推定される。この際、機長は、復行の意図を表明するのではなく、アドバイザーの言動を教示と捉え、復行を中断したものと考えられる。

しかし、既に機体が浮揚していたため、機長は再度着水する際の衝撃を和らげようとパワーを出し、機首上げ操作を行ったものと考えられる。同機はパワーの増加及び機首上げ操作に伴い、着水後に再浮揚するバウンドを始めたものと考えられる。その後、機長はパワーの増減と機首姿勢の制御を行ったが、バウンドを収束させることができず、その後も復行を行わずにこの制御を続けたことにより、飛行記録で3回目の着水時に激しい着水となって機体を損傷したものと考えられる。

さらに機長は、復行開始頃から機首の左偏向に対する修正はできなかったものと考えられる。

機長の一連の行動は曖昧な復行判断のもとに行われた可能性が考えられる。

アドバイザーは、何も言わずにパワーを出したり絞ったりする機長の意図が不明でバウンドが収束しないことと、それまで左手に見えていた岬が前方に見えてきたため危険を感じ、緊急避難的にアイハブをコールして操縦をテイクオーバーし、復行操作を行ったものと推定される。

(4) 同社の慣熟飛行

本事故は、機長の慣熟飛行の横風着水中に復行開始後、同乗していたアドバイザーの言動を聞いた機長が復行を中断した際に発生したものと考えられ

る。

この中で、瞬間的に同社の横風制限を超える着水となった可能性があること及び復行を中断してバウンドを繰り返したことについては、機長の横風状況の把握が不十分で的確な判断が行われなかったこと、復行の判断が曖昧に行われたこと、また、バウンド時の対処方法が十分習得されていなかったことの可能性が考えられる。また、機長が復行を中断したことについては、アドバイザーの言動が影響したものと考えられる。

これらのことから、同社は、操縦士の横風着水及び復行に関する留意事項の徹底について検討するとともに、慣熟飛行を実施する際の要領及び慣熟飛行においてアドバイザーが同乗する際のアドバイザーの役割及び責任について明確にする必要がある。

(5) 同種事故の防止

フロート装備型水上機の横風着水中の事故を防止するため、一般的に、次のようなことが考えられる。

- ① 着水前には水面の状況を詳細に観測し、風、波、うねり等の程度を判定して運航制限内になるように着水を計画する。
- ② 着水域近傍に風の観測装置等があり、特に制限に近い風速が観測されている場合には、最新の風向及び風速を入手し風の判定に活用する。
- ③ 着水前にはウイングローによる着水姿勢を確立し、進行方向と機軸を合致させる。
- ④ 風上側のフロートから先に着水させ、横滑りせずに水上滑走できるように方向を制御する。
- ⑤ 風見効果とそれによる遠心力の影響を少なくさせるため、要すれば、風下側へ旋回する。
- ⑥ 着水後のバウンド等、安全上、復行が必要と判断した場合は躊躇することなく確実に復行を行う。

4 原因

本事故は、同機が着水時の復行を中断した後にバウンドを繰り返す中で激しく着水したため、機体を損傷したものと考えられる。

同機がバウンドを繰り返す中で激しく着水したことについては、機長がパワーの増減と機首姿勢の制御によってバウンドを収束させることができず、その後も復行を行わずにこの制御を続けたことによるものと考えられる。

5 再発防止策

同社は、再発防止のため、次のような対策及び改正事項等の教育を実施することとした。

(1) 横風時の離着水に関する留意点をまとめ、操縦士に周知徹底

風に正対する離着水を基本、着水前の低高度飛行による海面風の判定法、やむを得ず横風着水を行う場合の要点（横滑り防止、風見効果への対処等）、バウンド時の対処法（復行）等

(2) 機長の知識及び技量について、技能審査担当操縦士又は訓練室長による定期的な確認

- ・ 機長昇格後 1 か月、3 か月、6 か月、9 か月
- ・ 1 年以降は審査後 6 か月

(3) 運航規程付属書に技量維持・慣熟等訓練を追加し、実施要領を規定

(4) 運航規程付属書に技量維持・慣熟等訓練等で機長以外の操縦士が乗務する場合の役割分担を規定

(5) 運航部長通達を発出し、機長以外の操縦士が乗務する場合の復行の判断基準及び実施要領並びに操縦を担当していない操縦士によるテイクオーバーの判断基準及び実施要領を規定