

AA2018-2

# 航空事故調査報告書

I 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（水陸両用機） JA02TG  
離水滑走中の機体損傷

平成30年2月22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」

I 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（水陸両用機）  
J A 0 2 T G  
離水滑走中の機体損傷

# 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 離水滑走中の機体損傷  
発生日時 平成29年3月24日 16時20分ごろ  
発生場所 大分県別府市沖約2km

平成30年1月26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29年3月24日（金）、大分県別府市沖で離水滑走中にバウンドし、接水時に機体を損傷した。
1.2 調査の概要	運輸安全委員会は、平成29年3月27日、事故発生の報告を受け、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>機長の口述及び集合計器システムの飛行データの記録（2.7(8)に後述）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29年3月24日、同機の基地である広島県尾道市境が浜へ戻るため、機長ほか3名が搭乗し、15時59分ごろ、別府国際観光港を出港した。機長は、風浪の影響が少ない別府湾の北側の海域を利用して離水することとした。同機は、離水開始地点まで約20分間かけて水上走行し、16時20分ごろ、離水滑走を開始した。同機は、加速中にうねりを横切るようになり、対気速度23kt及び38ktの付近で2回バウンドした。バウンドは1回目よりも2回目の方が大きくなり、2回目の接水時に強い衝撃を受けたため、離水中止操作を行った。同機は、離水中止後の減速時も、うねりによって数回バウンドした。その後、同機は、水上走行により、16時57分ごろ、同港に帰港した。その後の機体点検において、胴体及びフロートの支柱等に損傷が発見された。</p> <p>同機の離水滑走中、付近に船舶の航行は見られなかった。</p> <p>本事故の発生場所は大分県別府市沖約2km（北緯33度19分8秒、東経</p>
-----------	--

131度31分15秒付近)で、発生日時は平成29年3月24日16時20分ごろであった。



図1 事故発生場所周辺図



図2 推定走行経路図

2.2 死傷者

なし

2.3 損壊

航空機の損壊の程度：中破

- ① エンジン防火壁下部 : 変形、損傷
- ② 胴体前方下部 : へこみ、損傷
- ③ エンジン・マウント・フレーム : 損傷
- ④ 左右フロート支柱 : 折損、変形、損傷
- ⑤ 左右フロート・タイロッド : 湾曲
- ⑥ 左右フロート・フェアリング : 損傷

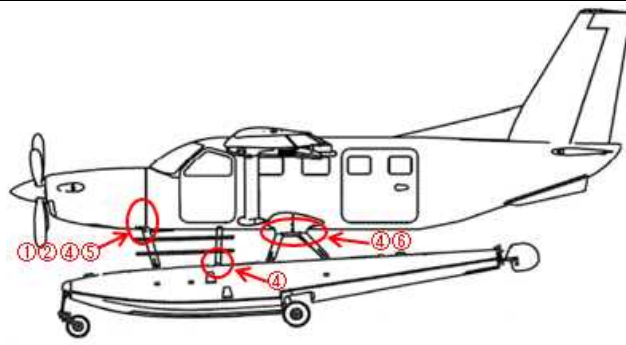


図3 機体左側損傷部位

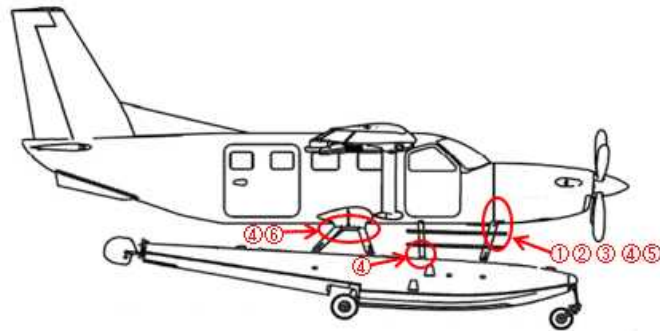


図4 機体右側損傷部位

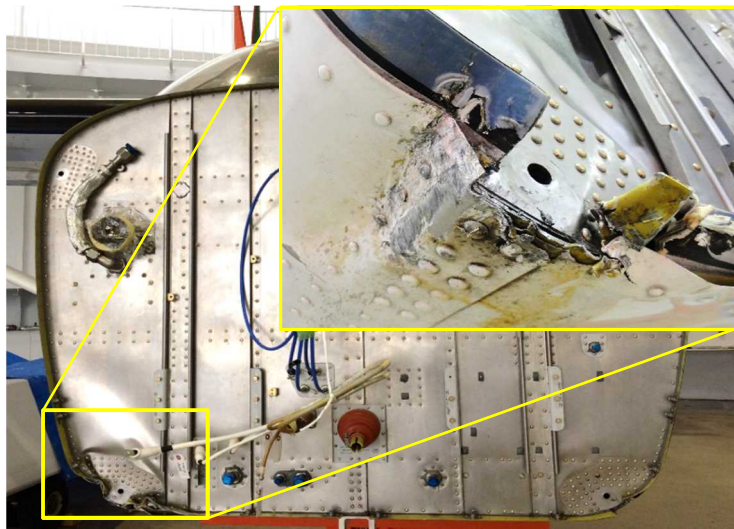


写真1 エンジン防火壁下部（右側）損傷部位

<p>2.4 乗組員等</p>	<p>機長 男性 68歳</p> <p>定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 昭和49年 1月 6日</p> <p>特定操縦技能 操縦等可能期間満了日 平成30年 7月 22日</p> <p>限定事項 水上単発機 平成28年 3月 24日</p> <p>第1種航空身体検査証明書 有効期限：平成29年 6月 16日</p> <p>総飛行時間 19,186時間40分</p> <p>最近30日間の飛行時間 18時間20分</p> <p>同型式機による飛行時間 287時間50分</p> <p>最近30日間の飛行時間 18時間20分</p> <p>同型式機以外の水上機の経験 10時間42分</p>
<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：100-0156、製造年月日：平成27年10月23日</p>

	<p>耐空証明書 第一-2016-398号 有効期限 平成29年10月6日 総飛行時間 320時間59分</p> <p>(2) 事故当時、同機の重量及び重心位置は、いずれも許容範囲内にあった。</p> <p>(3) フロートの長さ：約8m、フロートの高さ：約90cm</p>
<p>2.6 気象・海象</p>	<p>(1) 大分地方気象台の観測値（事故現場の南東約15km） 15時00分 風向 北北東、風速 2.4m/s、気温 12.2℃ 16時00分 風向 北東、風速 2.0m/s、気温 11.9℃</p> <p>(2) 杵築地域気象観測所の観測値（事故現場の北東約13km） 15時00分 風向 東、風速 3.0m/s、気温 11.6℃ 16時00分 風向 南東、風速 3.3m/s、気温 11.1℃</p> <p>(3) 機長が認知した離水滑走前の気象及び海象 風向 040°～060°、風速 3.0～3.6m/s（6～7kt） 風浪とうねりの合成波高は30cm程度で、複数の方向からのうねりが湾内で交差し、波長数m程度の非一様なうねりを形成していた。</p>
<p>2.7 その他必要な事項</p>	<p>(1) 水上機の離水 水上機の離水要領等について、アメリカ合衆国 FAA Flight Standard Service “SEAPLANE, SKIPLANE and FLOAT/SKI EQUIPPED HELICOPTER OPERATIONS HANDBOOK” 2004, Chapter 4 Seaplane Operation Preflight and Takeoffsに次の内容が記載されている。以下は、その抜粋を要約し、図6を追加したものである。</p> <p>① 離水の段階</p> <p>a アイドルの段階 エンジンがアイドル回転のとき、機体は、ほぼ水平姿勢となり、フロートの浮力で浮かんでいる。</p> <p>b プロローイングの段階 エンジンを離水出力にすることで、フロート後部が沈み、機首上げ姿勢となって離水滑走を開始する。このとき、水の抵抗が最大となる。</p> <p>c オン・ステップの段階 水流によってフロートに生じる揚力（hydrodynamic lift）の増加でフロートがほぼ水面上に持ち上げられ、水の抵抗が減少した状態で加速を続け、主翼の揚力が増大して浮揚する。</p> <div data-bbox="432 1603 1417 1727" data-label="Image"> </div> <p>図5 離水までの流れ</p> <p>② 荒れた水面からの離水 波頭と波頭の間隔（波長）がフロート長の1/2より短ければフロートは複数の波頭によって支えられるが、フロート長より長い場合は単一の波頭によって支えられることから危険なピッチング（機首の上下運動）が生じるため、離水を試みるべきではない。</p>



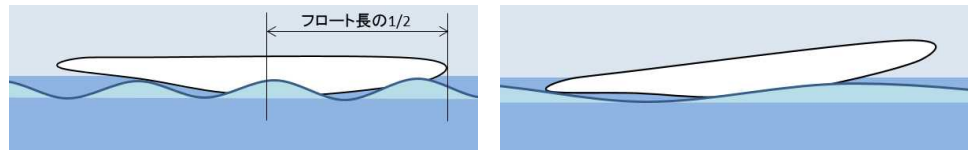


図6 フロートと波の関係

(2) 離水滑走時の姿勢

同社訓練教官によると、同機の離水時の各段階における標準的な機体のピッチ角は、次のとおりであった。なお、ピッチ角は、機体の重量重心により変化する。

- ① アイドルの段階 : + 6.5° ~ + 7.5°
- ② プローイングの段階 : + 12.5° ~ + 15.0°
- ③ オン・ステップの段階 : + 7.5° ~ + 8.5°

(3) 離水速度について

同社の訓練要領、4-5 TAKEOFF ON WATER, 4-5-1 NORMAL TAKEOFFに以下の記載がある。(抜粋)

(6) *At 55kts. Slightly aileron & back press. Airplane fly off the water with one float. (lift off apploximately 60kts)*

(仮訳)

(6) 55ノット、軽く傾けて引く。飛行機は片方のフロートで浮き上がる。(約60ノットで浮揚)

(4) 合成波高について

合成波高については、気象庁ホームページ (<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/wave/comment/elmknwl.html>、参照：平成29年11月1日)に次の内容が記載されている。以下は、その内容を抜粋し、要約したものである。

合成波高

複数の波が混在するときの波高は、それぞれの波高の2乗の和の平方根により推定され、これを合成波高と呼びます。風浪の波高を $H_w$ 、うねりの波高を $H_s$ とすると、合成波高 $H_c$ は  $H_c = \sqrt{H_w^2 + H_s^2}$  となります。

(5) 限界事項

同社のFCOM (Flight Crew Operating Manual) 第2章 航空機の限界事項 2-2会社が定める運用制限(3)に次の記述がある。(抜粋)

「最大波高 16インチ (40センチメートル) 注：追加飛行規程の実証値であるが、これを超えて運用してはならない。」

(6) 同社のうねりについての知識及び運航経験

同社によれば、船舶の航走波が存在する内海での運航経験は有していたことから、航走波の危険性については認識して訓練を行っていた。一方、うねりについては、同社の知識及び運航経験は少なく、訓練要領にも定めることなく、操縦士や運航担当者に対して十分な教育が行われていなかった。

同社訓練要領には、操縦士が目視で離着水海域全体を掌握し、離着水の可否を判断する能力を養うため、水上機等級限定技能証明取得までの訓練時に200回以上の着水経験を取得することを規定している。

(7) 別府湾の海象

同社は、別府湾での運航経験がなかったため、同湾へ飛行する前に船舶に

よる現地調査を行い、次のような情報を入手していた。この情報は、機長も入手していた。

① 湾口が東に開いており、東風のときはうねりが高くなる。

② 北寄りの風が強いと、風浪、うねりが高くなる。

(8) 集計器システムの飛行データの記録

同機は、さまざまな飛行データを表示、記録することができる集計器システムを採用している。飛行データの記録は、以下のとおりであった。なお飛行データは、1秒ごとに記録されている。

① エンジンの出力は、正常に離水出力に達していた。

② 機体のピッチ角は、離水滑走開始直後から安定せず、およそ4°の振幅で機首の上下運動を続けながら加速し、16時19分55秒ごろ、速度約36ktに達した時、+16.84°（機首上げ）を記録していた。

機体のロール角は16時19分56秒ごろに-7.34°（左翼下げ）を記録し、その直後に離水中止操作を実施していた。

③ 垂直加速度は、離水滑走開始直後からやや不規則に変動しており、離水中止操作の直前直後に+0.56～+1.93Gを記録していた。

（図7における垂直加速度は、1Gを0として+で表示されている。）

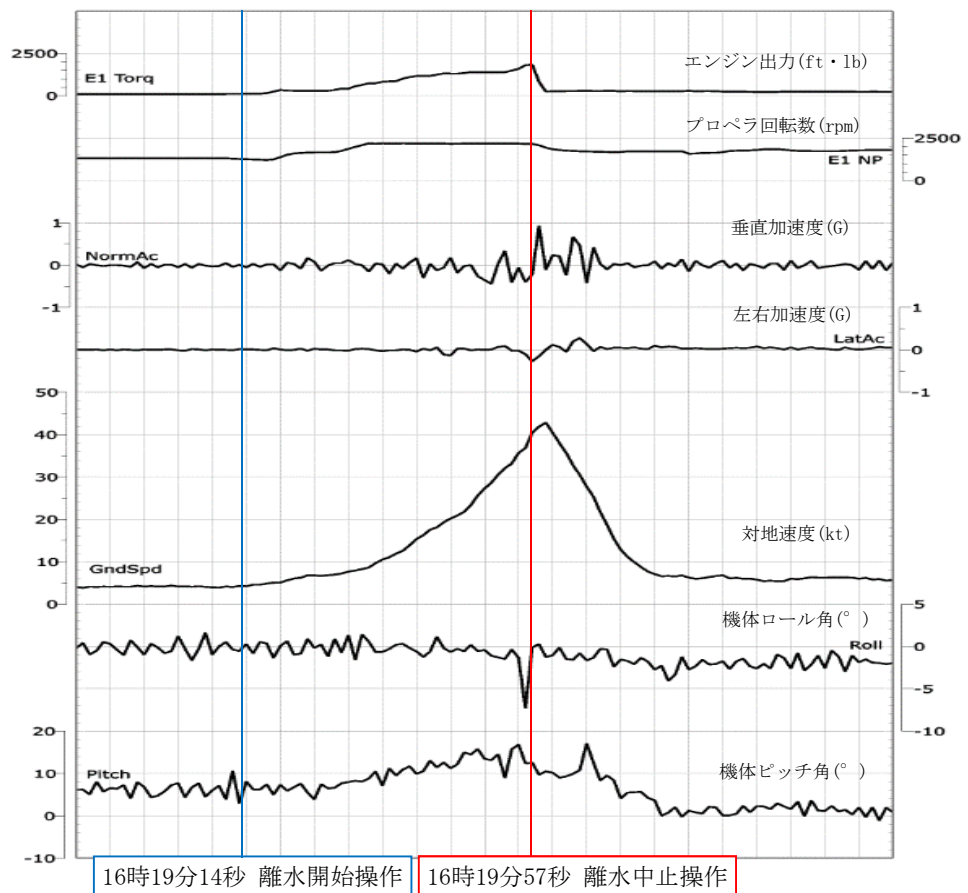


図7 飛行データの記録

### 3 分析

3.1 気象・海象の関与	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・海象の影響</p> <p>機長の口述から、離水滑走前の別府湾の気象・海象は、北東の風3.0～3.6m、離水海域の風浪とうねりの合成波高は30cm程度で、同社が定めた運用制限を超えていなかったものと考えられる。</p> <p>一方、2.6及び2.7(7)に記述したように、別府湾内には風浪に加えて複数のうねりが存在していた可能性が考えられ、同機が離水滑走中に遭遇した風浪とうねりの合成波高は、同社が定めた運用制限を超える波高となっていた可能性が考えられる。</p> <p>(2) 離水時の状況</p> <p>機長の口述から、同機は北東の風に正対して、うねりを横切るように離水滑走を行ったものと考えられる。</p> <p>飛行データの記録から、機体のピッチ角は、離水滑走開始時から安定せず、およそ4°の振幅で機首の上下運動を続けながら加速し、速度約36ktに達するまでの間、約+10°～+16.84°の範囲で変動していた。この機首の上下運動は、2.7(1)②に記述したフロート長よりも長い波長のうねりに遭遇していたことによる可能性が考えられる。</p> <p>機体のロール角は、離水中止操作の直前に-7.34°（左翼下げ）を記録している。この左翼下げは、右側のフロートが波浪により跳ね上げられたことによるものと考えられる。</p> <p>これらのことから、同機は、離水滑走中にうねりにより機首の上下運動が発生し、加速とともにその振幅が大きくなったものと考えられる。さらに、同機は、速度が約38ktに達した頃、大きくバウンドして接水する際にフロートに強い衝撃を受けたため、機体が損傷したものと推定される。</p> <p>(3) 離水の可否判断及び操作</p> <p>同社の訓練要領には、うねりに関する訓練項目は定められておらず、操縦士に対して、うねりに関する十分な教育が行われていなかったものと考えられる。そのため、機長は、うねりの及ぼす影響について認識はしていたものの、その知識が十分でなかったため、運用制限内であると判断して風浪とうねりのある海域でうねりを横切る形で離水滑走した可能性が考えられる。</p>

### 4 原因

<p>本事故は、同機が離水滑走中にバウンドし、接水する際に強い衝撃を受けたため、機体が損傷したものと推定される。</p> <p>同機が離水滑走中にバウンドしたことについては、機長が風浪とうねりのある海域でうねりを横切る形で離水滑走を行ったため、機首の上下運動が発生し、加速とともにその振幅が大きくなったものと考えられる。</p>
--

### 5 再発防止策

<p>同社により講じられた再発防止策</p> <p>(1) アメリカ合衆国の水上機運航会社から教官を招へいし、操縦士及び運航管理担当者に対して</p>
---

うねり等の荒波での運航についての研修を行った。

- (2) 研修内容を反映した社内文書（うねり等の荒波での運航）を発行し、操縦士及び運航管理担当者に周知した。
- (3) 初めての水域選定に際して、うねりが発生する可能性の有無やうねりが発生する場合の気象状況等をこれまでより慎重に調査する。
- (4) 外洋に面した広大な水域等では、うねりの状況を慎重に見極め、うねりのある場合は基本的に運航を控える。
- (5) 訓練要領を改訂し、うねりについての座学訓練を追加する。
- (6) 機長は、「うねりの可能性」についての情報を事前に確実に取得する。運航管理担当者は、機長の情報収集を支援する。