



日本財団 海と日本2021
琵琶湖の生態系を保全するプロジェクト

ビワオオウズムシの生息大規模調査

報告書



2022年3月

認定特定非営利活動法人びわ湖トラスト

本イベントは、海と日本 PROJECT の一環で実施しました。

【目次】

1. 概要.....	3
1.1 目的.....	3
1.2 調査箇所.....	3
1.3 調査船名.....	3
1.4 調査期間.....	3
1.5 調査工程.....	4
1.6 調査方法.....	5
1.7 観測機器仕様.....	6
1.8 水中測位及び音響通信.....	9
2. 調査結果.....	13
2.1 Dive01 調査結果.....	13
2.2 Dive02 調査結果.....	18
2.3 Dive03 調査結果.....	22
2.4 Dive04 調査結果.....	26
2.5 Dive05 調査結果.....	30
2.6 Dive06 調査結果.....	35
2.7 Dive07 調査結果.....	40
2.8 Dive08 調査結果.....	45
2.9 Dive09 調査結果.....	50
3. ROV 調査結果.....	55
3.1 調査内容.....	55
3.2 調査期間.....	56
3.3 ビワオオウズムシの確認状況.....	56
4. 成果発表.....	
4-1. 研究成果発.....	56
4-2. 国際陸水学会（SIL）100周年記念大会での発表.....	66
5. ビデオ製作.....	
5-1. ビワオオウズムシの生息大規模調査.....	67
6. 新聞記事.....	
6-1. 朝日新聞.....	68

1. 概要

1.1 目的

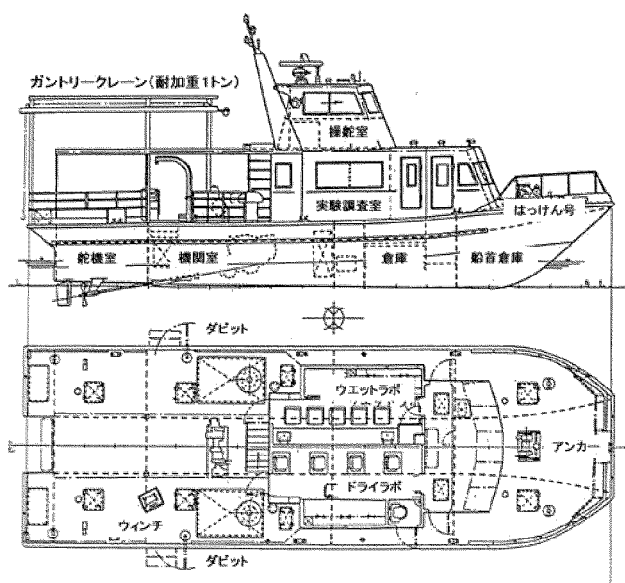
ホバリング型 AUV「ようざん」を用いた、琵琶湖の湖底調査によりビワオオウズムシの生息状態を確認するものである。

1.2 調査箇所

調査箇所は、琵琶湖の北湖周辺とし、詳細は図 1-2 に示す箇所とする。

1.3 調査船名

調査船は、認定 NPO 法人琵琶湖トラスト所属の「はっけん号」(36 トン)を使用した(図 1-1 参照)。



船名	はっけん号	全長	18.90m
種目	汽船	幅	6.20m
進水年月	平成5年3月	喫水	0.80m
総トン数	36トン	航海速力	20ノット
定員	16名	主機関	GM社製 8V-92TAH 525ps/2,170rpm×2基
船質	軽合金	発電機	30kVA
航行区域	平水区域 (ただし湖川内に限る)	装備	ガントリークレーン(1t) 採水ウインチ×2基
船型	一層甲板型双胴船型	備品等	ADCP、計量科学魚群探知機

図 1-1 はっけん号詳細図

1.4 調査期間

調査は、下記に示す期間で実施した。

令和3年7月22日～7月28日(7日間)

1.5 調査工程

調査工程は、下記に示すとおりとした。

- 7月22日：長浜港(艀装及び調査機材、AUV 積込み及び調整)
- 7月23日：長浜港(湖底調査 塩津湾 Dive01,02)
- 7月24日：長浜港(湖底調査 葛籠尾崎 Dive03,04,05)
- 7月25日：長浜港(湖底調査 今津沖 Dive06,07)
- 7月26日：長浜港(湖底調査 最深部 Dive08)
- 7月27日：長浜港(湖底調査 塩津湾 Dive09)
- 7月28日：長浜港(艀装解除及び調査機材、AUV 積降し)

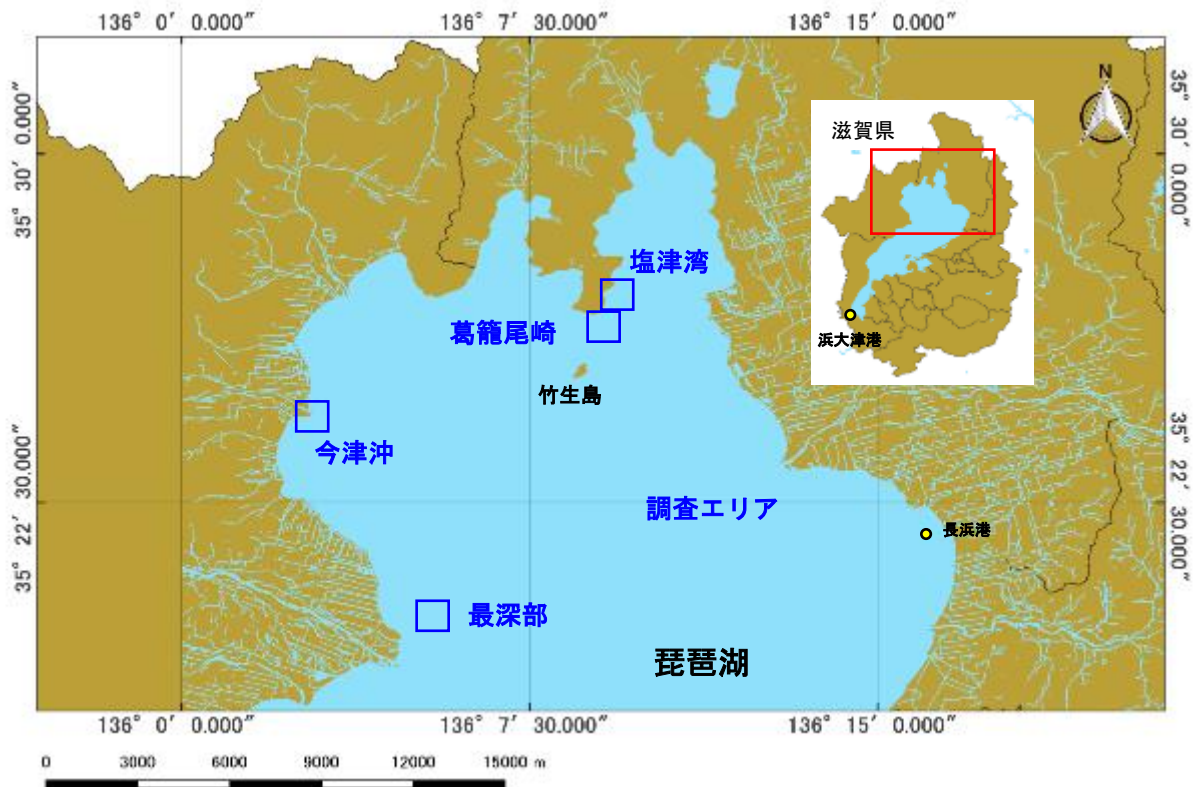


図 1-2 調査地点図

1.6 調査方法

ビワオオウズムシの分布状況を把握するため、図 1-2 に示す調査箇所において、ホバリング型 AUV による湖底調査を実施した。

湖底調査は、弊社が所有するホバリング型 AUV「ようざん」を用いて実施した。「ようざん」の外観を写真 1-1 に示し、基本性能諸元を図 1-3 に示した。

また、観測機器等の装備状況を図 1-4 に示し、湖底調査のオペレーション概念図を、図 1-5 に示した。



写真 1-1 ホバリング型 AUV「ようざん」外観



ようざん
YOUZAN

項目	仕様
寸法	長さ1.3m×高さ0.77m×幅0.7m
重量	275kg
最大潜航深度	2,000m
巡航速度	0.2~0.3m/s
最大航行速度	0.62m/s
最大潜航時間	8時間
スラスタ	水平4機、垂直2機
写真撮影	スチルカメラ2機、LEDフラッシュ4灯
動画撮影	4Kカメラ、常時点灯LED2灯 ROVモードカメラ
観測項目	プロファイリングソナー(海底地形) 濁度計 水温・塩分計 pHセンサー 障害物検知ソナー 地形観測用カメラ・レーザー

図 1-3 ホバリング型 AUV「ようざん」基本性能諸元

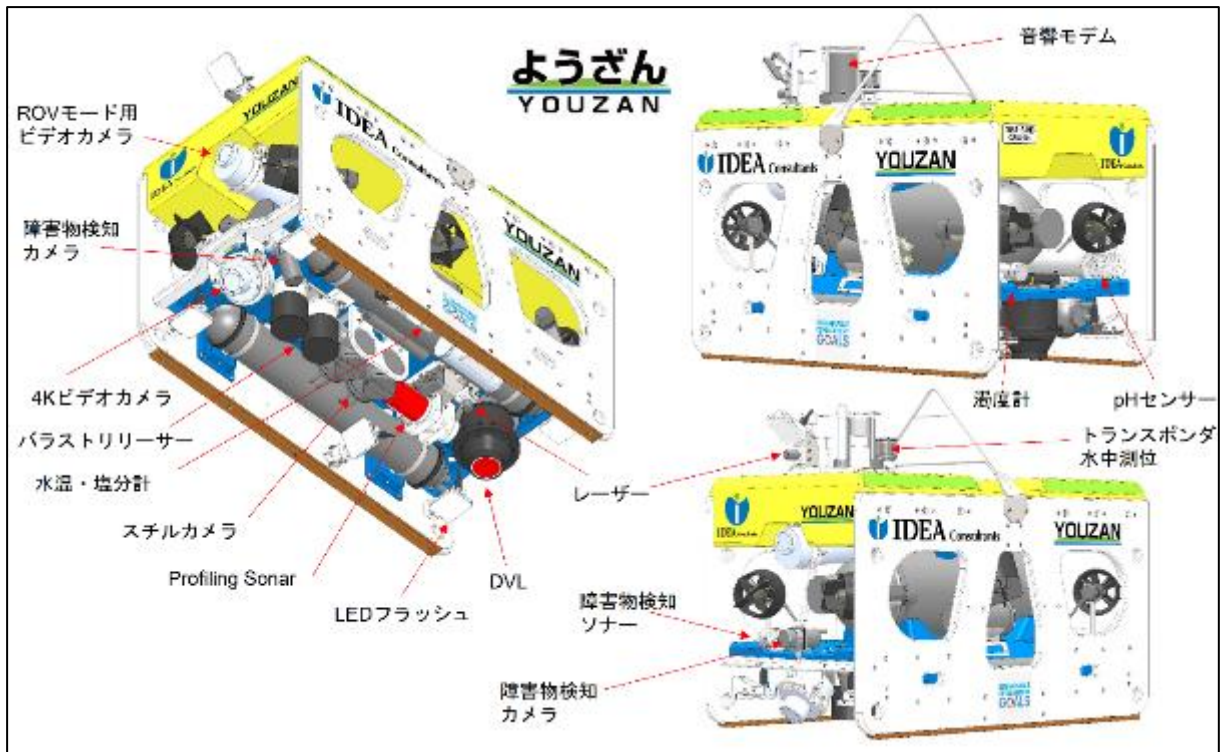


図 1-4 観測機器装備状況



図 1-5 オペレーション概念図

1.7 観測機器仕様

「ようざん」に搭載された観測機器の機器仕様を、図 1-6～図 1-8 に示し、本調査における、観測設定に関する一覧を表 1-1 に整理した。

RICOH
imagine. change.

リコーイメージング株式会社



GR II

レンズ		レンズ構成：5群7枚（非球面レンズ2枚）
	焦点距離、F値	18.3mm（35ミリ判換算で約28mm相当）、F2.8～F16
フォーカス	フォーカスモード	マルチAF、スポットAF、ピンポイントAF、被写体追尾AF、MF、スナップ、∞、顔検出優先（オート撮影モード時、エフェクト「人物」選択時）、コンティニユアスAF、フルプレススナップ
	撮影距離範囲	標準：約0.3m～∞
	（レンズ先端から）	マクロ撮影時：約0.1m～∞
有効画素数		約1620万画素
撮像素子		23.7mm × 15.7mmサイズCMOS、総画素数約1690万画素
感度（標準出力感度）		AUTO、AUTO-HI(下限/上限設定可能)、マニュアル(ISO100～25600)
ホワイトバランス		AUTO、マルチパターンAUTO、屋外、日陰、曇天、白熱灯1、白熱灯2、昼光色蛍光灯、昼白色蛍光灯、白色蛍光灯、電球色蛍光灯、CTE、CT(色温度設定)、M(手動設定)
シャッタースピード		1/4000～300秒、バルブ、タイム
外形・寸法		約117.0(幅)×62.8(高)×34.7(厚)mm(操作部材、突起部を除く)
質量(重さ)	撮影時	約251g(電池、SDメモリーカード含む)
	本体	約221g(電池、SDメモリーカード含まず)

図 1-6 スチルカメラの機器仕様

SONY

業務用 4K 対応ビデオカメラ

UMC-S3CA



カメラ部

撮像素子	: 35mmフルサイズExmor CMOSイメージセンサー
有効画素数	: 約1220万画素
レンズタイプ	: Eマウントレンズ(オプション)
最低被写体照度	: 0.004ルクス(ISO409600、1/30秒、F1.4)

記録部

静止画

記録方式	: 最大4240×2832(12M) JPEG(DCF Ver.2.0、Exif Ver.2.3、MPF Baseline) 準拠 RAW(ソニーARW 2.3フォーマット)
------	---

解像度(3:2) : L…4240×2832(12M)、M…2768×1848(5.1M)、S…2128×1416(3.0M)

解像度(16:9) : L…4240×2384(10M)、M…2768×1560(4.3M)、S…2128×1200(2.6M)

ビデオ

記録方式	: MPEG-4 AVC/H.264 XAVC S Ver.1.0規格準拠 映像…MPEG-4 AVC/H.264
------	--

4Kモード	: 3840×2160(29.97p、100Mbps) 3840×2160(25p、100Mbps) 3840×2160(23.98p、100Mbps) 3840×2160(29.97p、60Mbps) 3840×2160(25p、60Mbps) 3840×2160(23.98p、60Mbps)
-------	---

図 1-7 4K ビデオの機器仕様



図 1-8 各種観測機器の機器仕様

表 1-1 観測設定一覧

観測機器	機器名称	観測モード	データ間隔
スチルカメラ	GR II	バースト	撮影 4 秒毎
4K ビデオ	UMC-S3CA	連続	30P
溶存酸素計	RINKO W	連続	1 サンプル/秒
水温・塩分計	A7CT-USB	連続	1 サンプル/秒

1.8 水中測位及び音響通信

「ようざん」の水中位置の確認は、図 1-9 に示す、音響通信機器(USBL)により船上から位置の確認を行うものとし、「ようざん」本体との通信に用いる音響モデムは、図 1-10 に示すハイドロフォン及び船上局により通信を実施した。

音響通信機器(USBL)及び音響モデムの艀装状況を写真 1-2 に示す。



USBL ACOUSTIC POSITIONING SYSTEM

ポジショニング 姿勢センサー	<ul style="list-style-type: none"> ●水中精度:>0.2% スラントレンジ (深々度: 環境条件に依存) 約1% スラントレンジ (浅海: 環境条件に依存) ●運用範囲:<3000m (深度)、<4000m(スラントレンジ)、<200° ●海上精度:0.5~3m(DGPS使用) ●位置誤差<3m/120s (GPSドロップ) ●姿勢精度:方位・ロール・ピッチ 0.01°Secant Latitude(rms)
エレクトロニクス	<ul style="list-style-type: none"> ●周波数帯:20~30kHz MFSKチャープモジュレーション ●出力レート:~100Hz ●DC28V DC 50Watts
メカニカル	<ul style="list-style-type: none"> ●寸法:φ296mm×H 638mm ●重量:16kg (-7kg水中)
環境条件	運用温度範囲 -5~+35℃ 保管温度範囲 -20~+70℃
特徴	<p>高性能音響測位技術(MFSKチャープモジュレーション 高精度海上位置・姿勢精度 (INS慣性航法装置内蔵) コンパクト、ポータブルサイズ、キャリブレーション不要 外部プロセッサ不要 (ALL IN-ONE) 位置精度保持 (GPSドロップ、ジャンプ時)</p>
使用用途	水中ビークルモニター、USBLバックアップ、海洋工事

GAPS(グローバルアコースティックポジショニングシステム) IXBLUE 社製

図 1-9 音響通信機器(USBL)の機器仕様



SPECIFICATIONS

Dimensions:	17.5" (44.4 cm) W x 11.75" (29.8 cm) D x 7" (17.8 cm) H (each box)
Weight:	Deck Box < 30 lbs. (13.6 kg) Transducer Box < 30 lbs. (13.6 kg)
Power Requirements:	Internal 24V lead acid battery (two 12V in series) External AC, 85 - 265 VAC, 47 - 63 Hz External DC, 10 - 30 VDC
Frequency Band:	7-15 kHz (LF), other frequencies available on request
Acoustic Modem Data Modulation:	PSK and MFSK
Acoustic Modem Baud Rate:	2560-15,360 bits/sec (PSK transmit and receive); 140-2400 bits/sec (MFSK transmit and receive)
Addressable Acoustic Modems:	100 acoustic modems (more upon request)
Acoustic Modem Processing:	Data redundancy 1/2 rate convolutional coding with multipath guard protection
Receive Channels:	Multi-receive, 7-15 kHz in 250 Hz steps with optional filtering and first response
FSK Commands:	A through M

UDB-9000(音響モデム船上局及びハイドロフォン)Benthos 社製

図 1-10 音響モデムの機器仕様

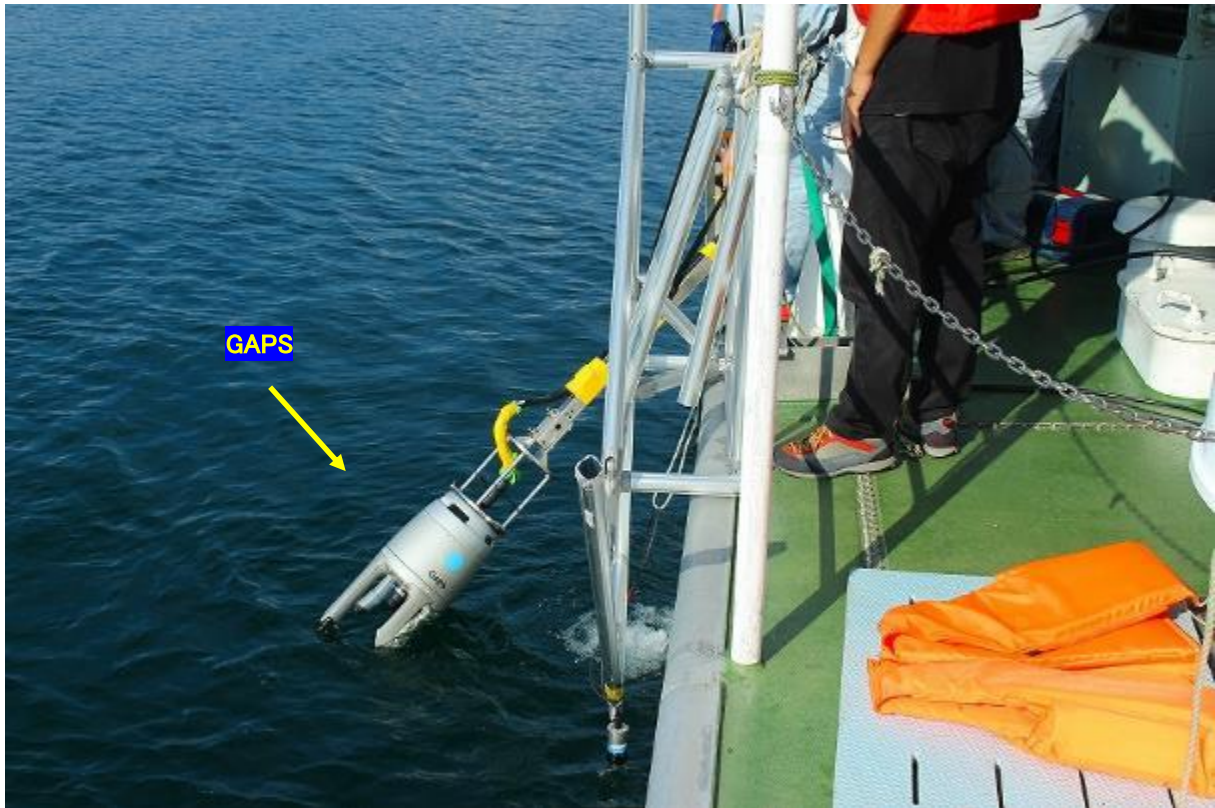


写真 1-2 GAPS(USBL)及び Benthos ハイドロフォンの艀装状況

2. 調査結果

「ようざん」による調査は、7月23日～7月27日にかけて9潜航を行い、各潜航における、潜航時間を表2-1に整理し、潜航結果は、潜航毎に取り纏めた。

表 2-1 各潜航における調査距離及び調査面積

日時	潜航番号	潜航開始時刻	観測開始時刻	観測終了時刻	浮上完了時刻	潜航時間
2021/07/23	Dive01	11:59:53	12:04:35	12:54:28	12:56:00	00:56:07
2021/07/23	Dive02	13:46:35	13:49:07	16:00:03	16:03:07	02:16:32
2021/07/24	Dive03	10:20:27	10:23:33	10:34:00	10:37:09	00:16:42
2021/07/24	Dive04	11:38:44	11:41:33	11:49:43	11:52:46	00:14:02
2021/07/24	Dive05	14:02:46	14:06:13	16:01:55	16:05:01	02:02:15
2021/07/25	Dive06	11:14:24	11:17:43	11:43:15	11:46:14	00:31:50
2021/07/25	Dive07	13:12:49	13:15:59	15:30:03	15:33:02	02:20:13
2021/07/26	Dive08	11:01:42	11:06:03	14:52:56	14:57:53	03:56:11
2021/07/27	Dive09	11:19:48	11:22:29	15:21:56	15:24:28	04:04:40

一般的に、水中における画像は光の波長によって距離に応じて、減衰率が変化する。

「ようざん」はDVLを用いた高度制御により、湖底面上を一定高度で航行し、安定した条件で、湖底を撮影するよう設定されているが、障害物や地形変化に伴う高度変化により、撮影された映像は、湖底の色が距離や浮遊物濃度によって種々の色合いに見え、照度が変わり、画像内での色むらや画像間での色むらが発生する。そこで弊社では、統計的な手法を用い、白熱灯下における色に近い色を算出するアルゴリズムにより、画像内での色むらや画像間での色むらを少なくする画像補正を実施した(図2-1参照)。

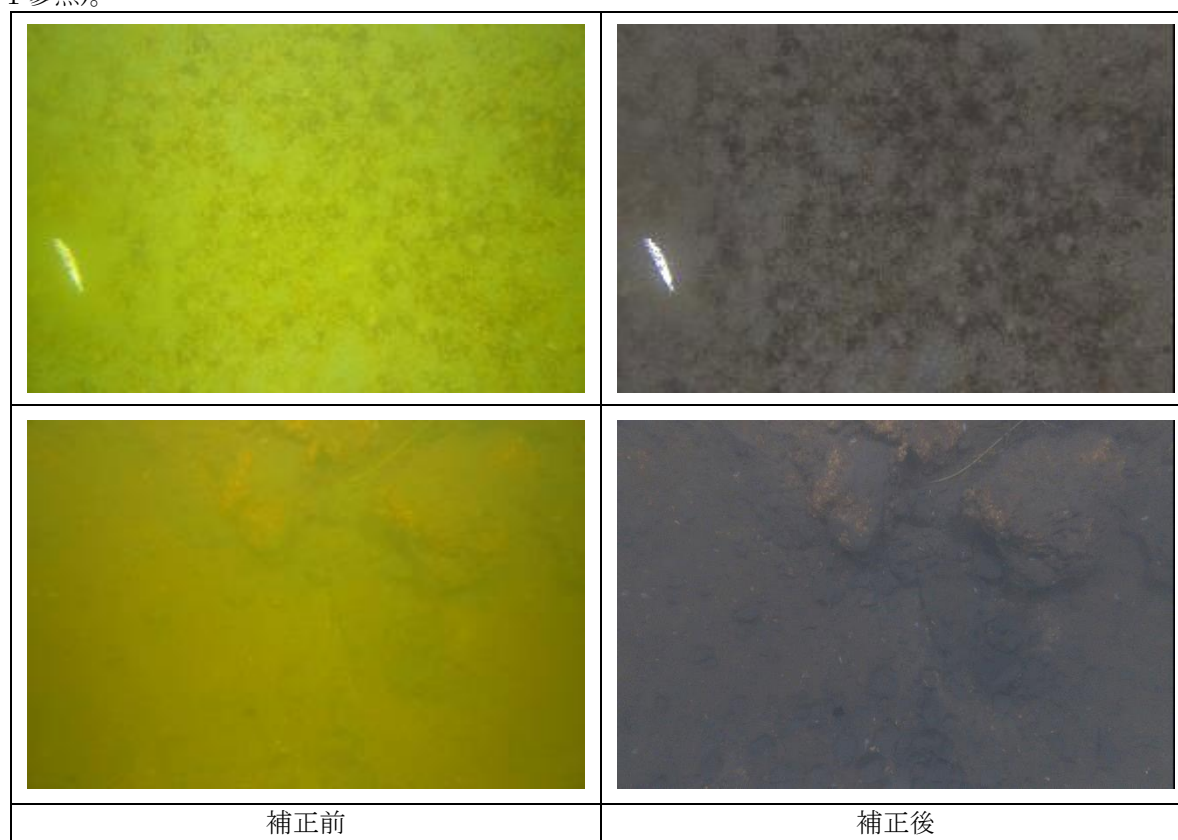


図 2-1 画像補正の状況

2.1 Dive01 調査結果

7月23日に塩津湾エリアにて実施した、Dive01における潜航記録を表2-2に整理し、着揚収時の状況を、写真2-1に示す。

表 2-2 Dive01 潜航記録

観測日：2021/7/23

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#01
基準点	緯度	35° 26.918' N	投入	緯度	35° 26.855' N
	経度	136° 9.478' E		経度	136° 9.462' E
天気	晴		実績	投入時刻	11:59
雲量	3			バラスト投下	12:04
風向	WSW			移動開始	12:09
風速	1.4m/s			開始点到着	-
風浪階級	2			観測終了	12:54
気温	32.0℃			離底時刻	12:54
水温(表層)	27.9℃			浮上時刻	12:56
水深	65m			ON DECK時刻	13:04

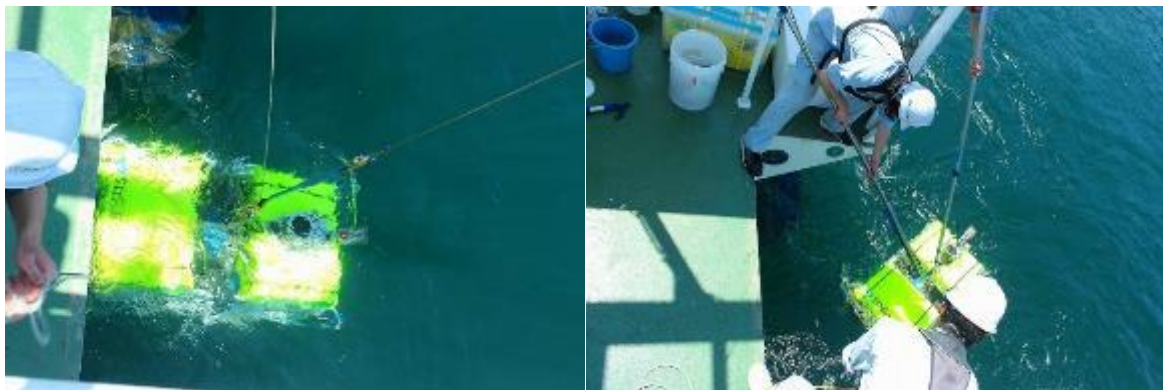


写真 2-1 Dive01 着揚収状況

(1) 航跡

Dive01 における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図 2-2 に示し、AUV 艇体内部の慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により船上から測位した航跡を図 2-3 に示す。

湖底に到着し、移動開始直後の 12:09 より障害物回避に入り高度が上がり、その後も高度を下げる事ができない状況が継続していたため、12:54 に緊急浮上させた。

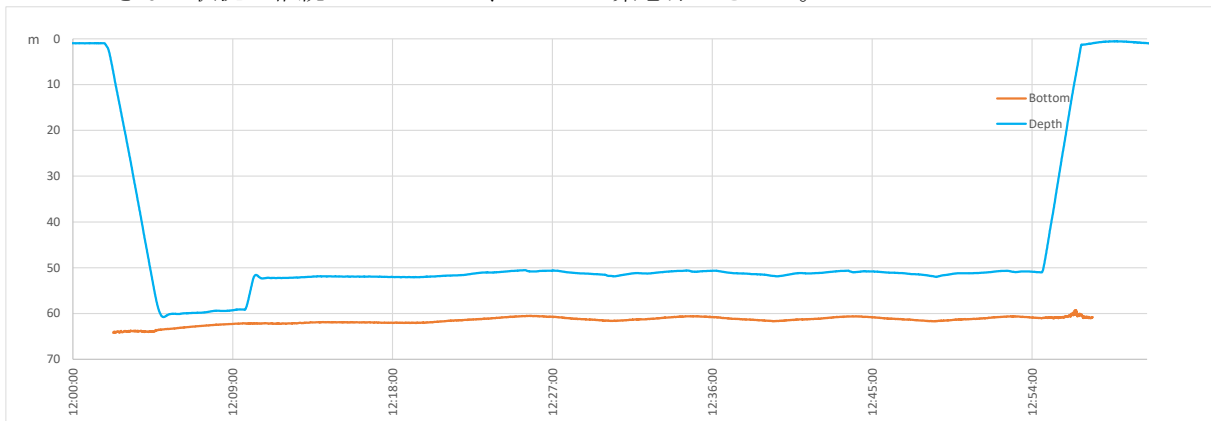


図 2-2 Dive01 における潜航深度と高度



図 2-3 Dive01 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のスチルカメラによる湖底の撮影は、AUVの撮影設定を表 2-3 に示し、カメラの撮影設定を表 2-4 に示した。

湖底に到着し、観測開始まで高度 3.0m で待機していたが、移動開始直後から障害物回避行動に入り、高度が 10.0m 程度まで上昇した。その後も高度 10.0m から下がることができず、当初計画していた、高度 1.5m での撮影は実施できなかった。

待機中高度 3.0m から撮影した写真には、浮遊物しか映っていない状況で、ストロボによる照明も湖底まで届かず、湖底を認識できる画像は取得できなかった(写真 2-2 参照)。

表 2-3 AUVの撮影設定(Dive01)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.5m	4.0s	0.2m/s

表 2-4 カメラの撮影設定(Dive01)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/6.3	1/15 秒	ISO-800	18mm

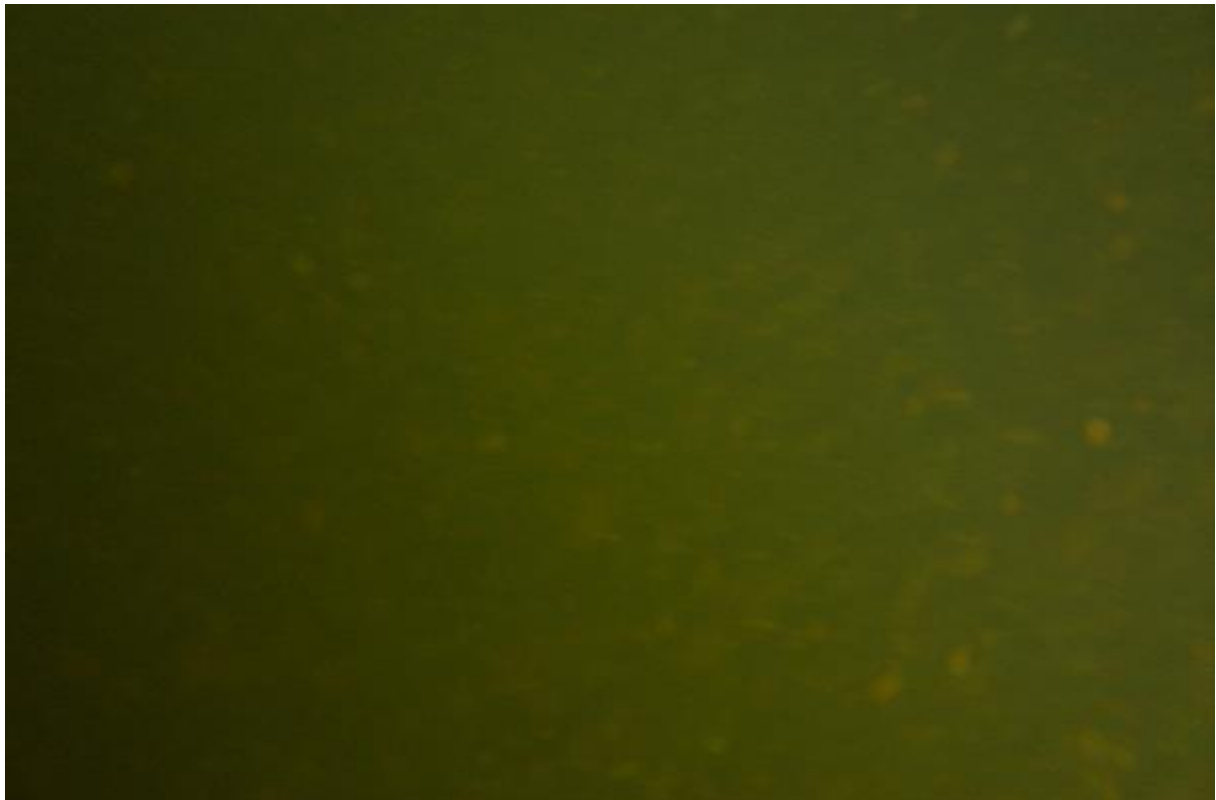


写真 2-2 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive01)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive01 では、湖底を撮影することができず、ビワオオウズムシの確認はできなかった。

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-4 に示す。

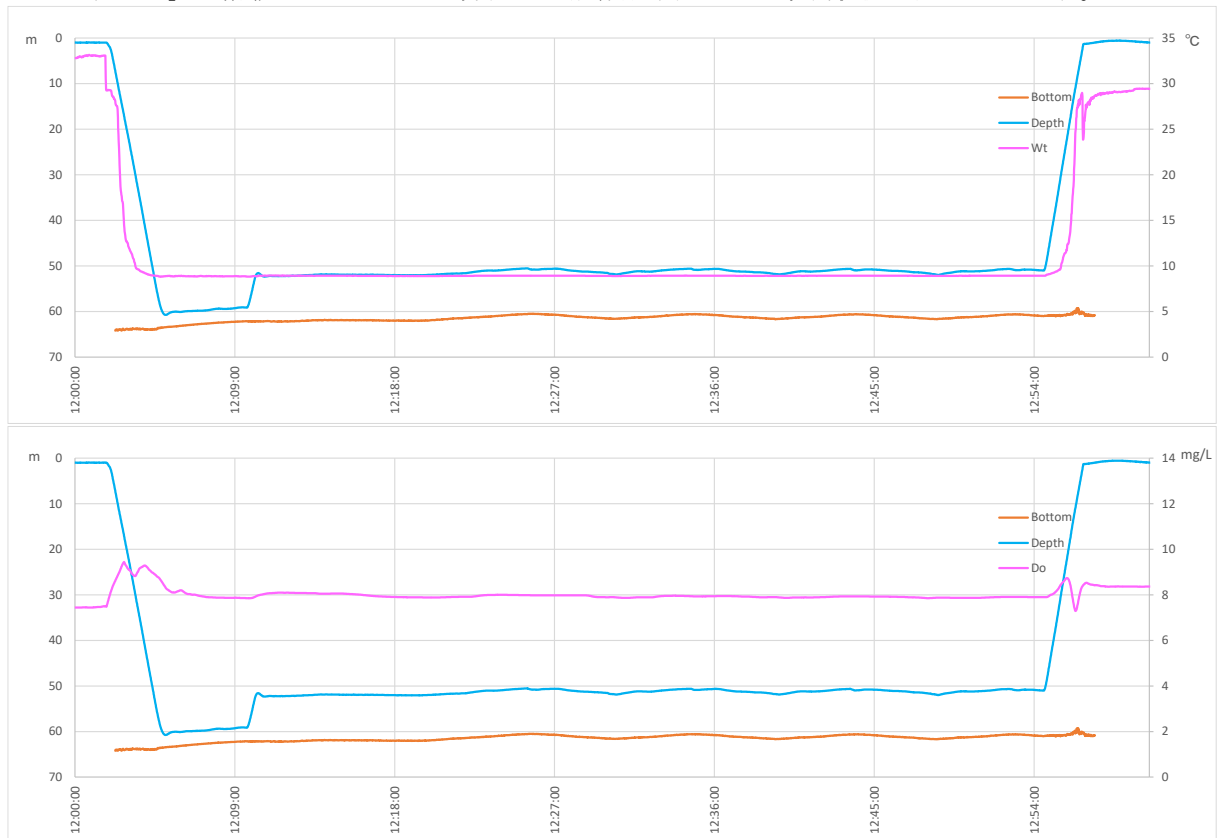


図 2-4 各種センサーによる観測結果(Dive01)

2.2 Dive02 調査結果

7月23日に塩津湾エリアにて実施した、Dive02における潜航記録を表2-5に整理し、着揚収時の状況を、写真2-3に示す。

表 2-5 Dive02 潜航記録

観測日：2021/7/23

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#02
基準点	緯度	35° 26.918' N	投入	緯度	35° 26.932' N
	経度	136° 09.478' E		経度	136° 09.469' E
天気	晴		実績	投入時刻	13:46
雲量	3			バラスト投下	13:49
風向	WSW			移動開始	13:54
風速	1.6m/s			開始点到着	13:56
風浪階級	2			観測終了	16:00
気温	32.4℃			離底時刻	16:00
水温(表層)	27.4℃			浮上時刻	16:03
水深	62m			ON DECK時刻	16:10

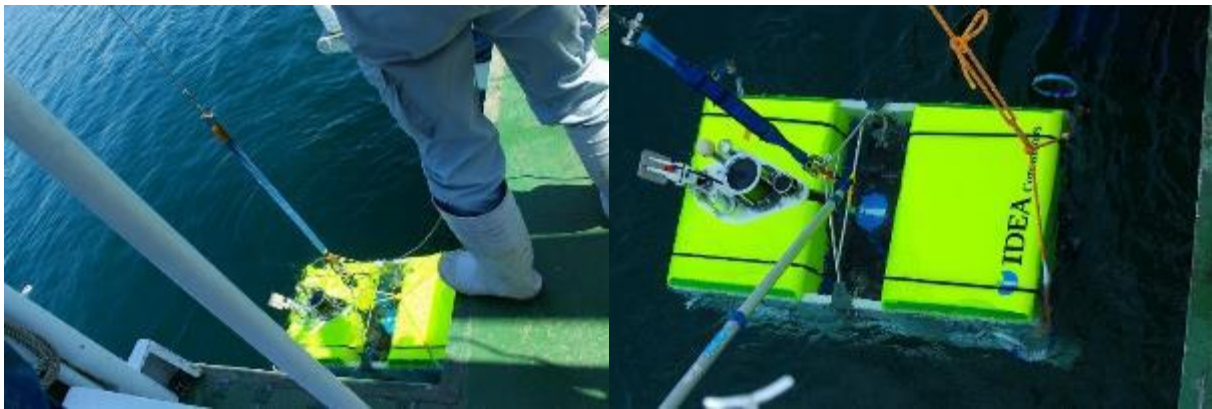


写真 2-3 Dive02 着揚収状況

(1) 航跡

Dive02における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-5に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-6に示す。

障害物回避ソナーの設定を変更し潜航させることで、高度1.5mで制御が機能していることが確認された。

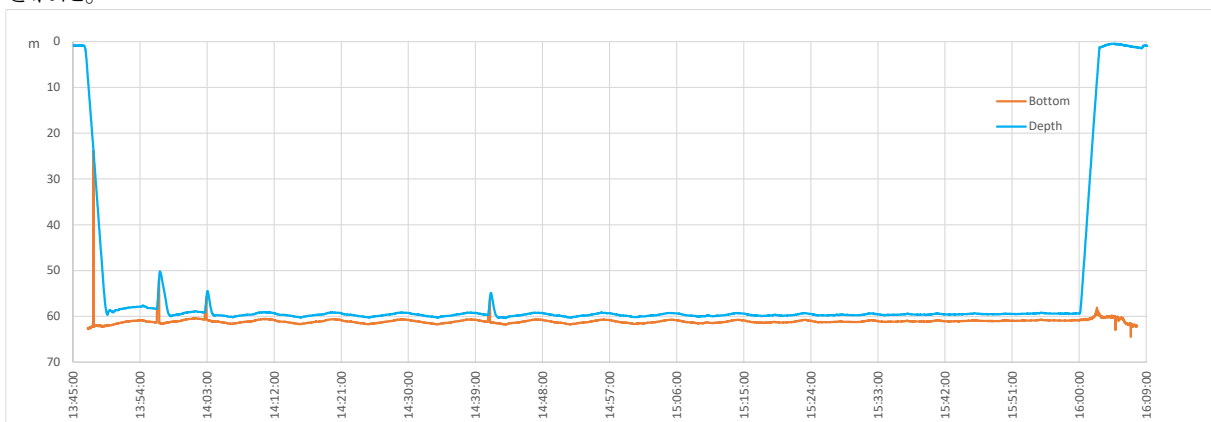


図 2-5 Dive02における潜航深度と高度



図 2-6 Dive02 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のスチルカメラによる湖底の撮影は、AUVの撮影設定を表 2-6 に示し、カメラの撮影設定を表 2-7 に示した。

湖底付近は、濁度が高く浮遊物も多いため高度 1.5m から撮影した写真には、浮遊物しか映っていない状態で、ストロボによる照明も湖底まで届いていないため、湖底を認識できる画像は取得できなかった(写真 2-4 参照)。

表 2-6 AUVの撮影設定(Dive02)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.5m	4.0s	0.2m/s

表 2-7 カメラの撮影設定(Dive02)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/6.3	1/15 秒	ISO-800	18mm



写真 2-4 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive02)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive02 では、高度 1.5m により航行制御ができたが、濁りや浮遊物の影響で、湖底を撮影することができず、ビワオオウズムシの確認はできなかった。

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-7 に示す。

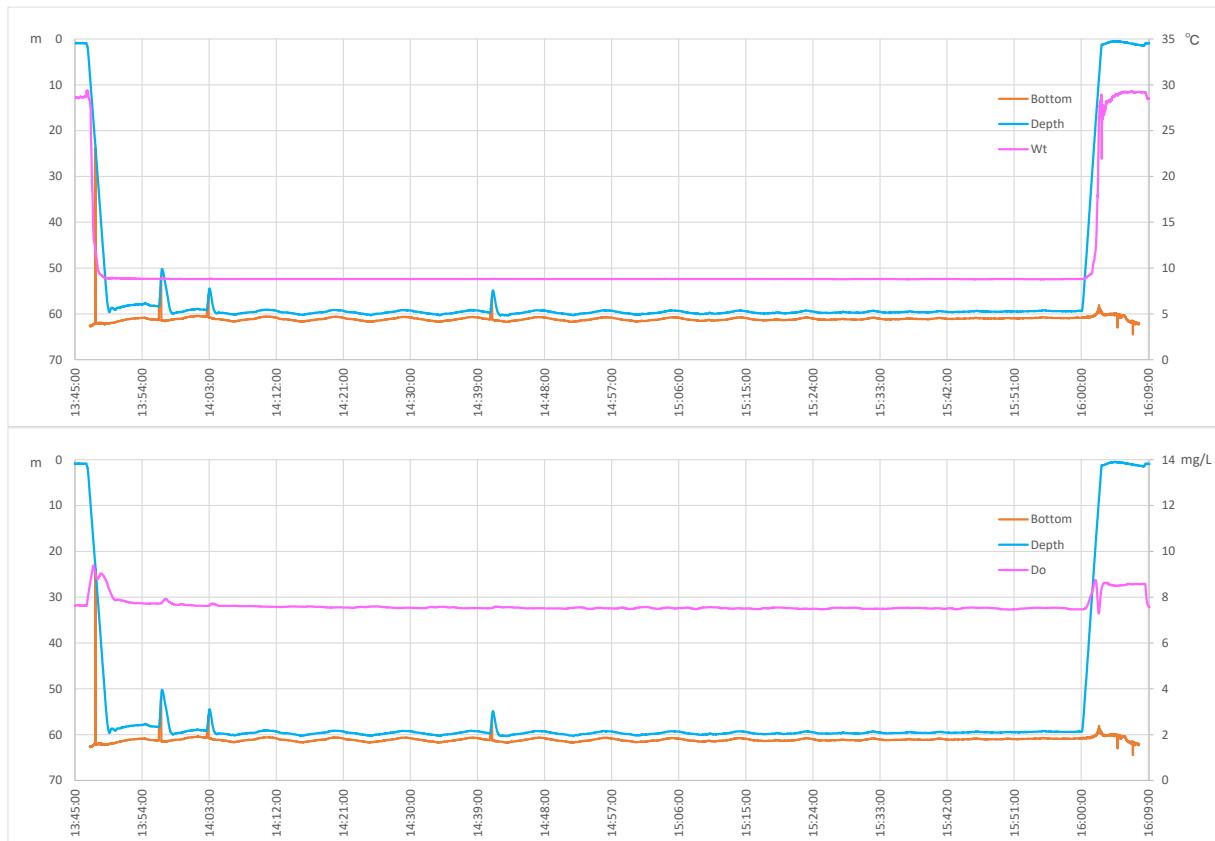


図 2-7 各種センサーによる観測結果(Dive02)

2.3 Dive03 調査結果

7月24日に葛籠尾崎エリアにて実施した、Dive03における潜航記録を表2-8に整理した。

なお、Dive03は、撮影パラメータを決定するための試験潜航とし、短いコースを潜航させる計画とした。

表 2-8 Dive03 潜航記録

観測日：2021/7/24

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#03
基準点	緯度	35° 26.374' N	投入	緯度	35° 26.407' N
	経度	136° 09.086' E		経度	136° 09.083' E
天気		晴	実績	投入時刻	10:20
雲量		3		バラスト投下	10:23
風向		SW		移動開始	10:24
風速		1.3m/s		開始点到着	10:28
風浪階級		2		観測終了	10:34
気温		31.3℃		離底時刻	10:34
水温(表層)		27.8℃		浮上時刻	10:37
水深		68m		ON DECK時刻	10:45

(1) 航跡

Dive03における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-8に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-9に示す。

スチルカメラによる撮影設定を決めるため、WP間の高度を3.0mから1.5mまで0.5m毎に高度を下げ、航行を実施した。

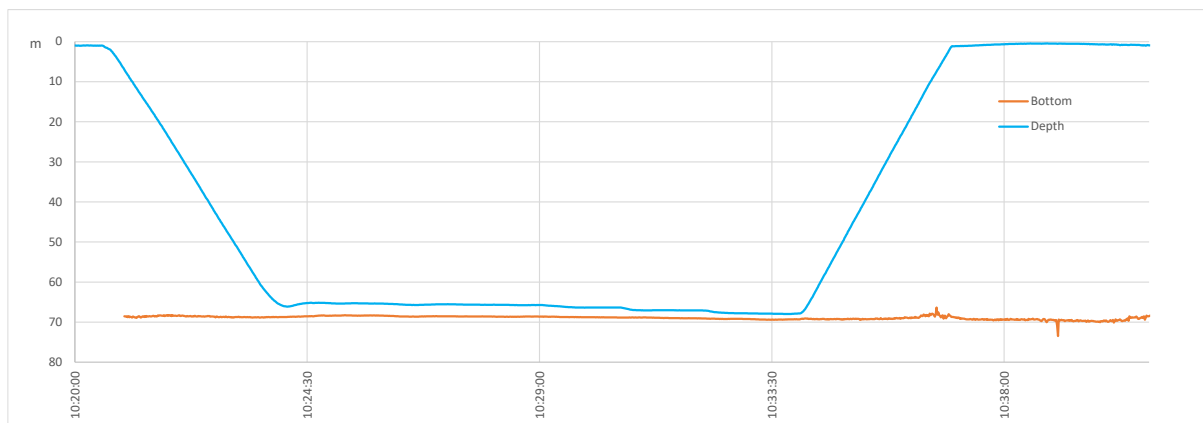


図 2-8 Dive03における潜航深度と高度

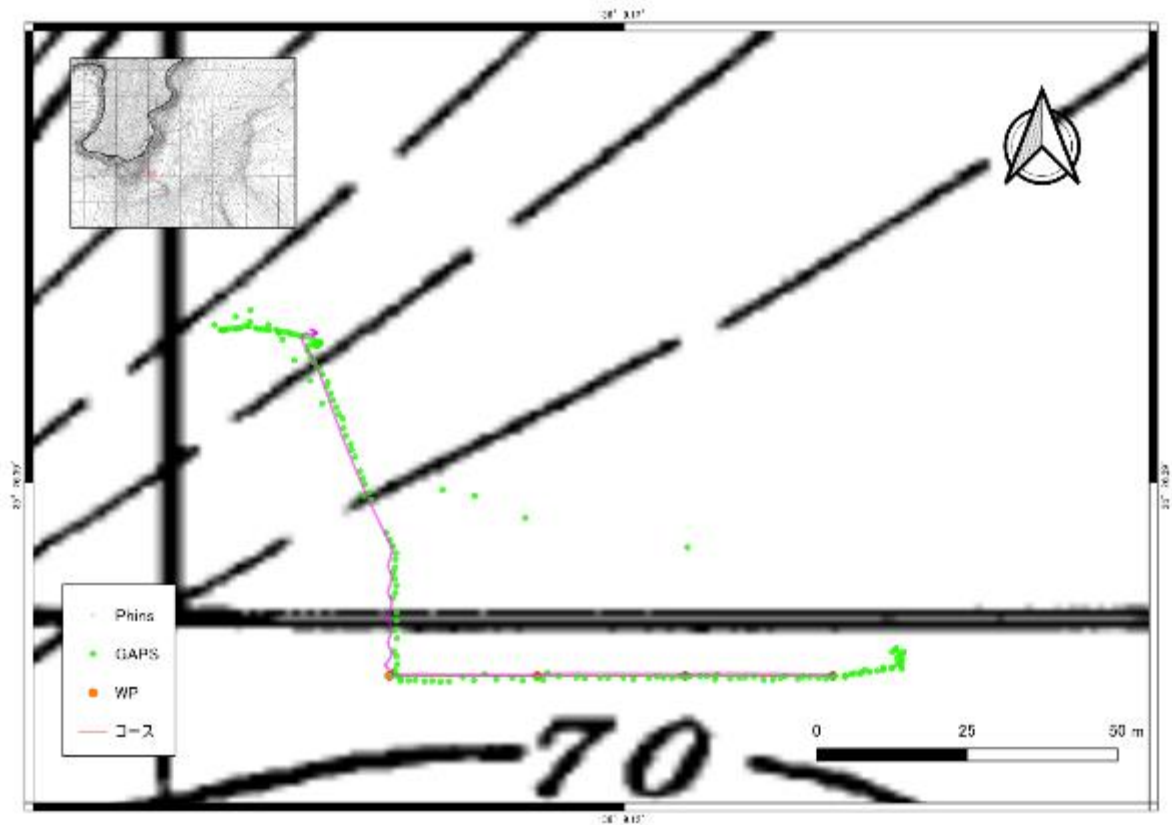


図 2-9 Dive03 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のスチルカメラによる湖底の撮影は、AUVの撮影設定を表 2-9 に示し、カメラの撮影設定を表 2-10 に示した。

スチルカメラのシャッタースピードを 1/60 に変更して実施したところ、ストロボの起動とタイミングが合わず、真っ暗な映像となり、湖底を認識できる画像は取得できなかった(写真 2-5 参照)。

表 2-9 AUVの撮影設定(Dive03)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
3.0m→2.5m→2.0m→1.5m	4.0s	0.2m/s

表 2-10 カメラの撮影設定(Dive03)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/7.1	1/60	ISO-200	18mm
f/8	1/60	ISO-200	18mm

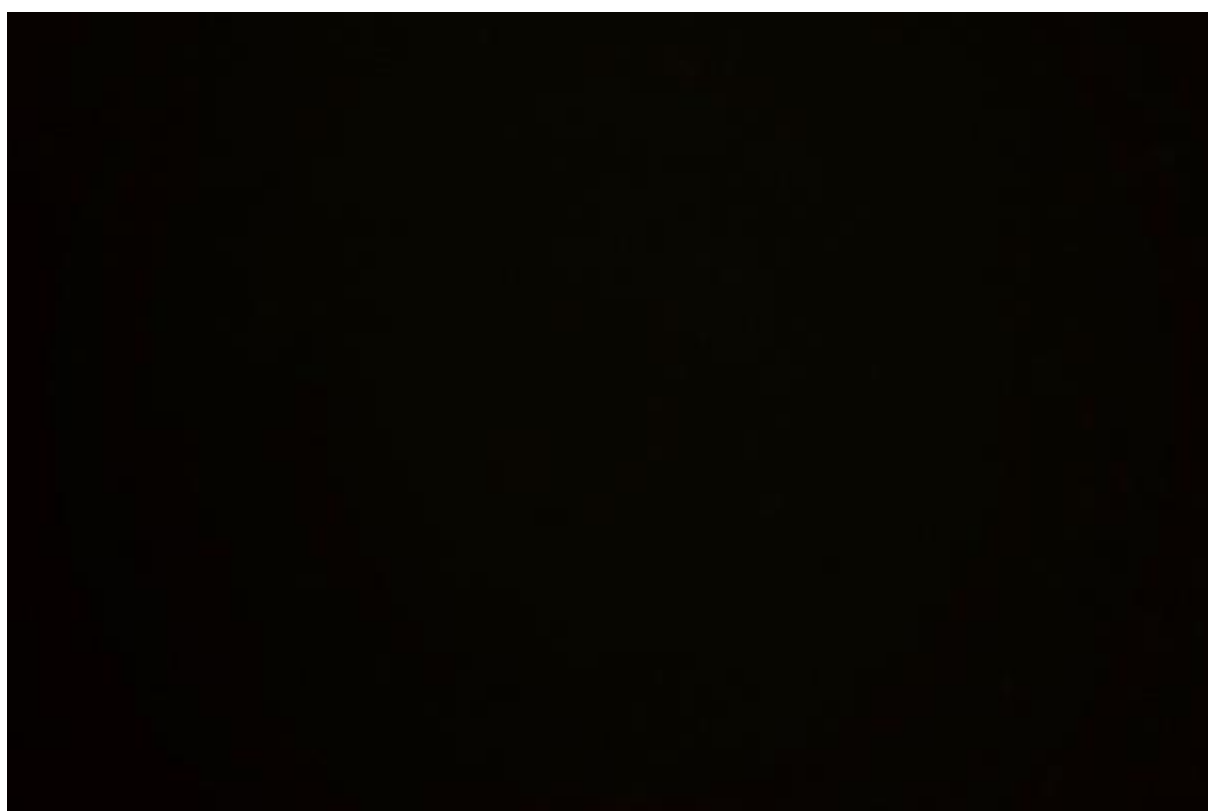


写真 2-5 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive03)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive03 では、シャッタースピードとストロボが同期せず、真っ暗な画像となり、ビワオオウズムシの確認はできなかった。

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-10 に示す。

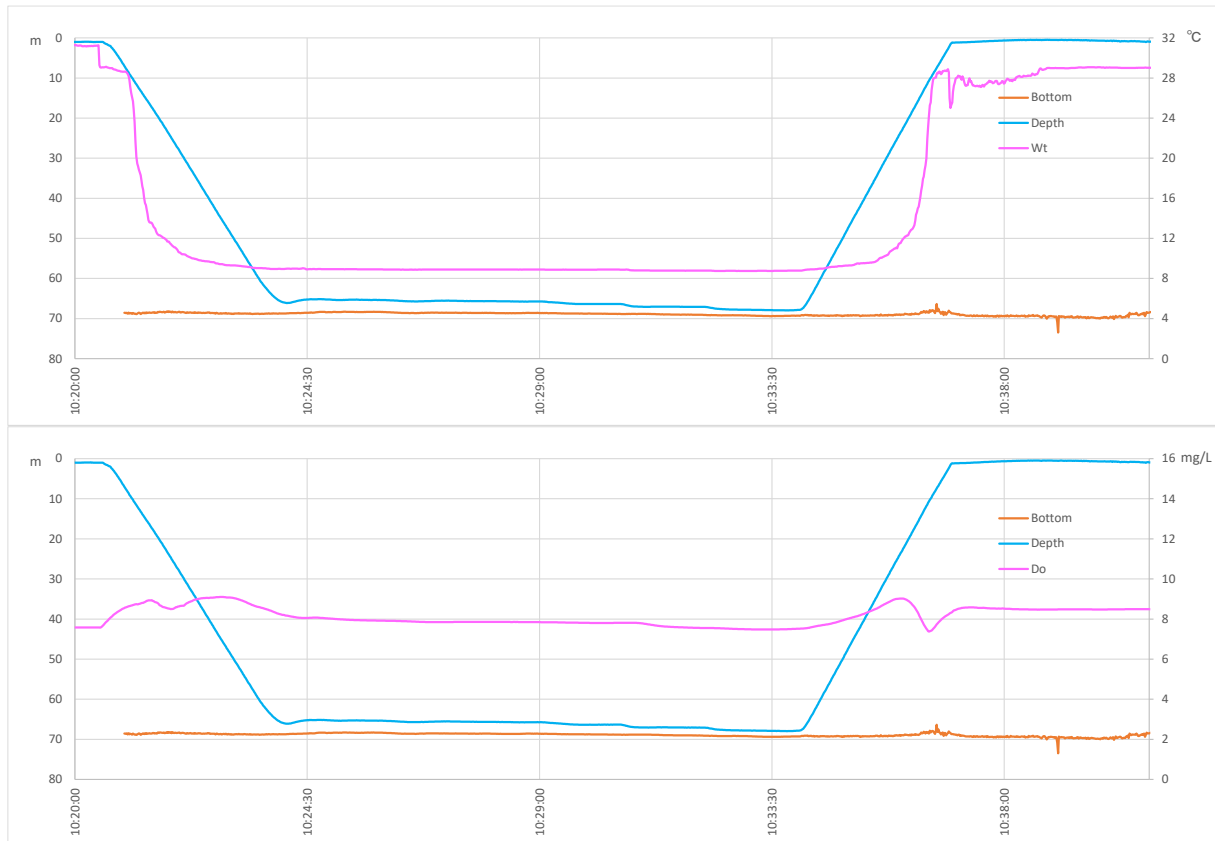


図 2-10 各種センサーによる観測結果(Dive03)

2.4 Dive04 調査結果

7月24日に葛籠尾崎エリアにて実施した、Dive04における潜航記録を表2-11に整理した。

Dive04は、再度撮影パラメータを決定するための試験潜航とし、短いコースを潜航させる計画とした。

表 2-11 Dive04 潜航記録

観測日：2021/7/24

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#04
基準点	緯度	35° 26.374' N	投入	緯度	35° 26.403' N
	経度	136° 09.086' E		経度	136° 09.083' E
天気	晴		実績	投入時刻	11:38
雲量	3			バラスト投下	11:41
風向	SW			移動開始	11:42
風速	1.8m/s			開始点到着	11:46
風浪階級	2			観測終了	11:49
気温	31.3℃			離底時刻	11:49
水温(表層)	27.9℃			浮上時刻	11:52
水深	68m			ON DECK時刻	12:00

(1) 航跡

Dive04における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-11に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-12に示す。

スチルカメラによる撮影設定を決めるため、WP間の高度は1.5mとして航行を実施した。

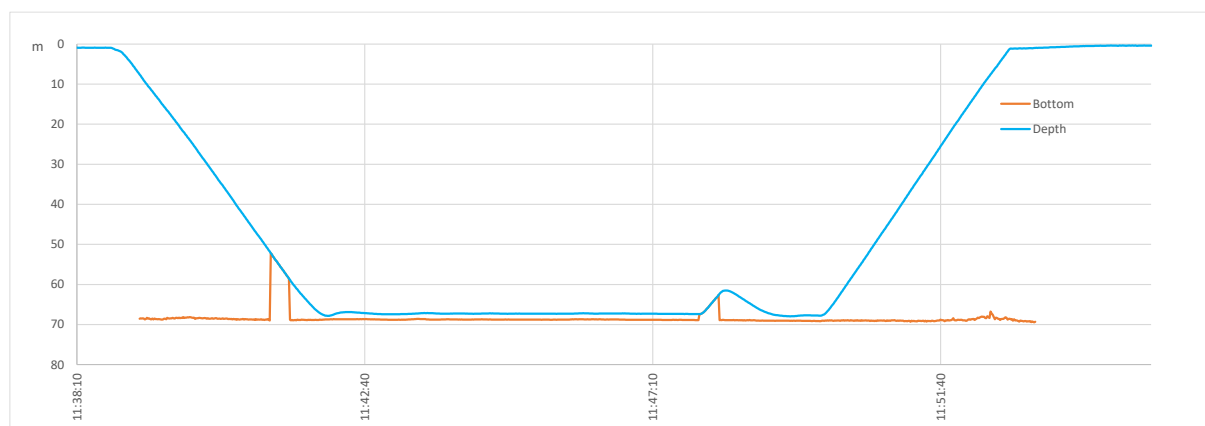


図 2-11 Dive04における潜航深度と高度

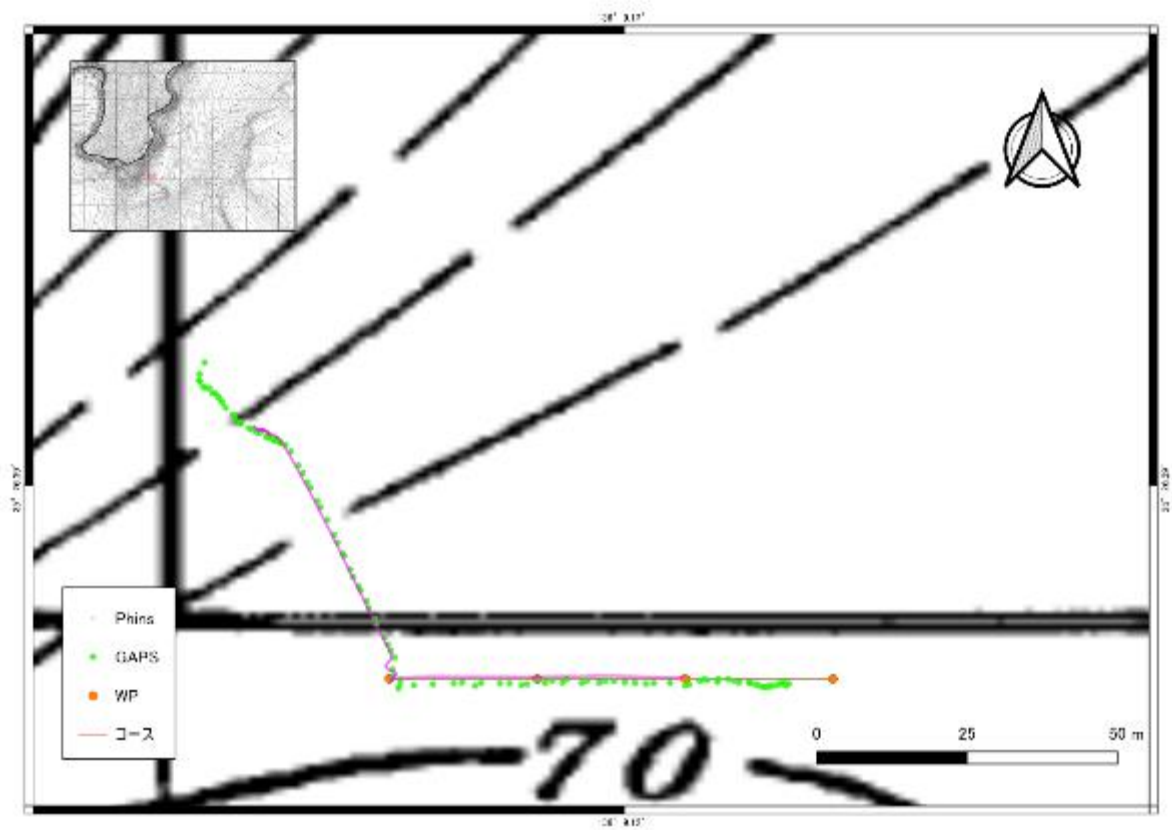


図 2-12 Dive04 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のスチルカメラによる湖底の撮影は、AUVの撮影設定を表 2-12 に示し、カメラの撮影設定を表 2-13 に示した。

Dive03 では、スチルカメラのシャッタースピードを 1/60 に変更したことで、ストロボの起動とタイミングが合わず、真っ暗な映像となったため、シャッタースピードを 1/15 に変更して撮影を実施した。

湖底付近は、濁度が高く浮遊物も多い結果であり、高度 1.5m から撮影した写真には、やはり浮遊物しか映っていない状況で、ストロボによる照明も湖底まで届かず、湖底を認識できる画像は取得できなかった(写真 2-6 参照)。

表 2-12 AUV の撮影設定(Dive04)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.5m	4.0s	0.2m/s

表 2-13 カメラの撮影設定(Dive04)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/6.3	1/15	ISO-800	18mm



写真 2-6 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive04)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive04 では、濁りや浮遊物の影響で、湖底を撮影することができず、ビワオオウズムシの確認はできなかった。

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-13 に示す。

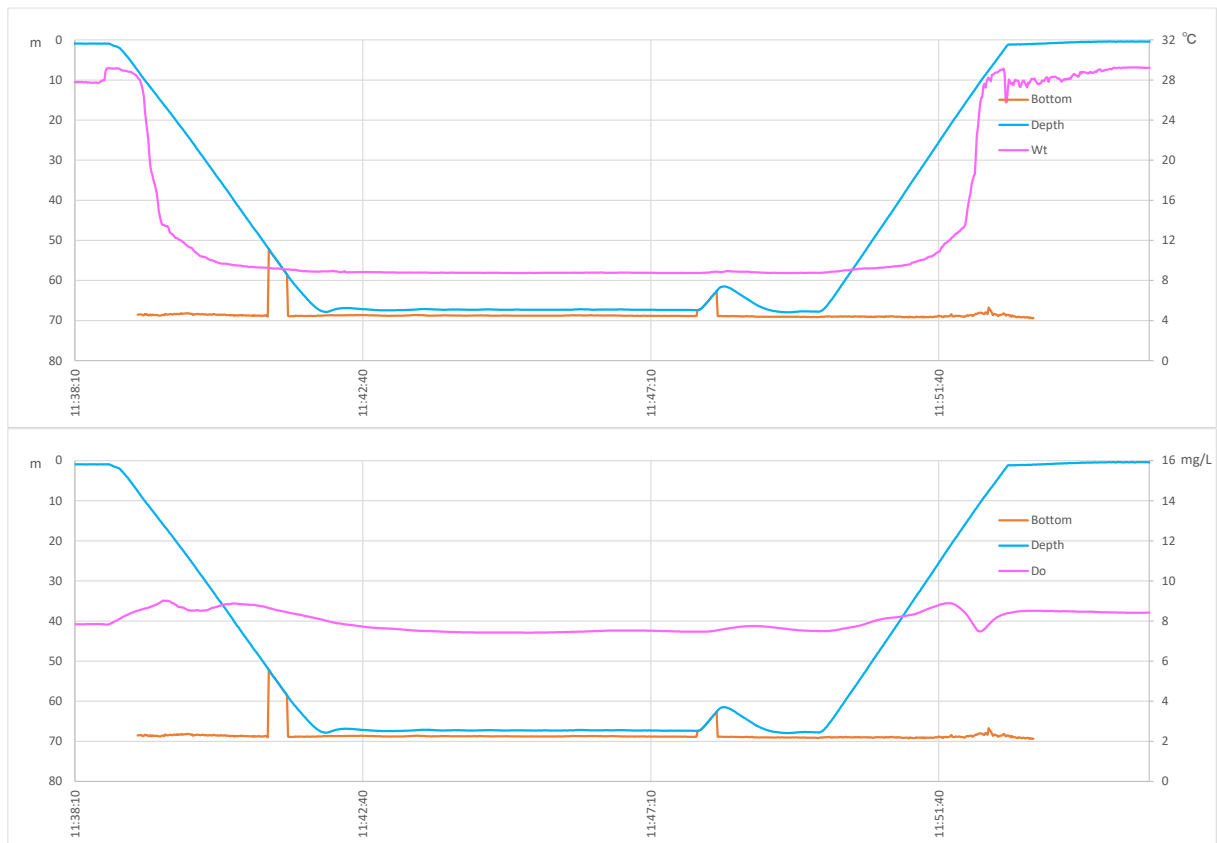


図 2-13 各種センサーによる観測結果(Dive04)

2.5 Dive05 調査結果

7月24日に葛籠尾崎エリアにて実施した、Dive05における潜航記録を表2-14に整理した。

表 2-14 Dive05 潜航記録

観測日：2021/7/24

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#05
基準点	緯度	35° 26.374' N	投入	緯度	35° 26.404' N
	経度	136° 09.072' E		経度	136° 09.082' E
天気		晴	実績	投入時刻	14:02
雲量		4		バラスト投下	14:06
風向		WSW		移動開始	14:07
風速		1.9m/s		開始点到着	14:16
風浪階級		2		観測終了	16:01
気温		32.7℃		離底時刻	16:01
水温(表層)		16.0℃		浮上時刻	16:05
水深		67m		ON DECK時刻	16:15

(1) 航跡

Dive05における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-14に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-15に示す。

Dive04の試験潜航において、高度1.5mでは濁りの影響で湖底の撮影ができなかったことから、Dive05では、高度を1.0mまで下げて航行させた。

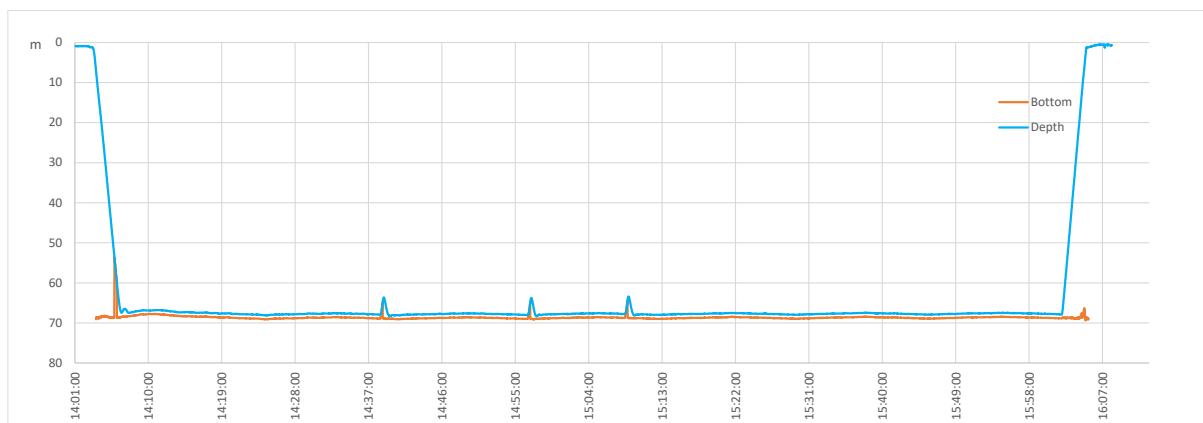


図 2-14 Dive05における潜航深度と高度

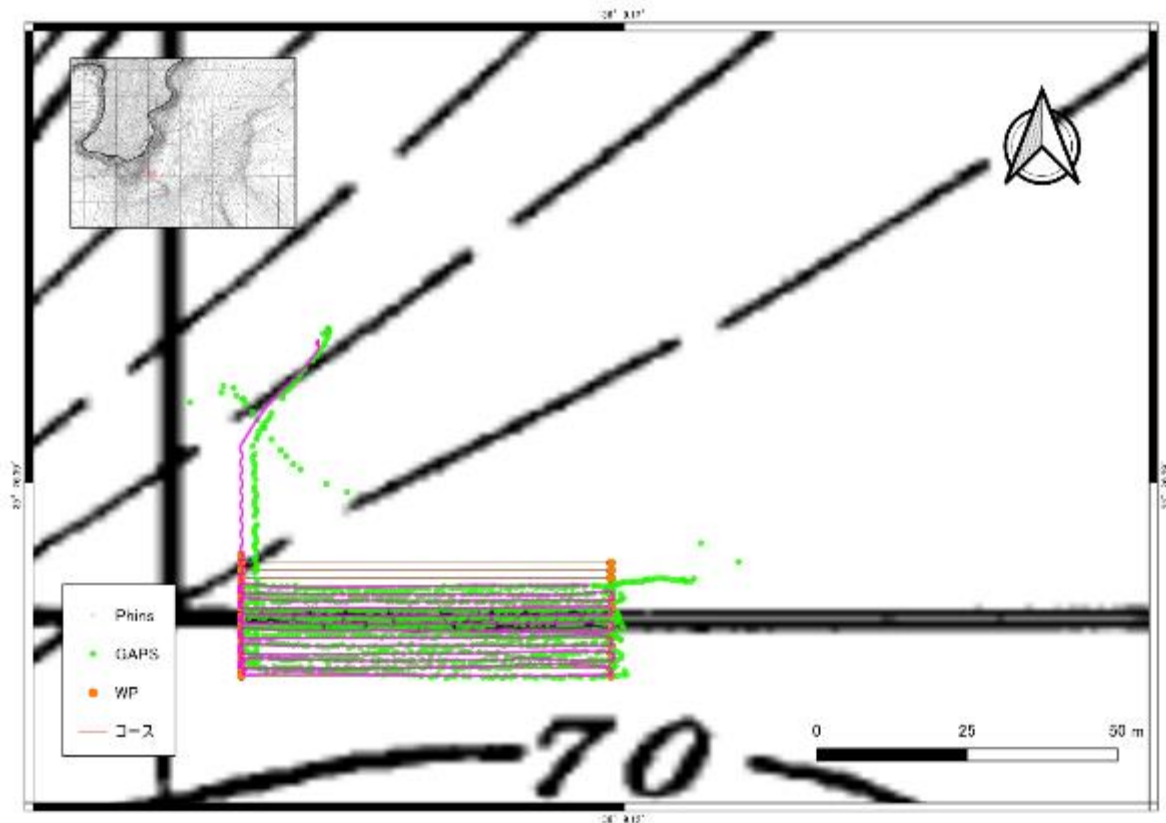


図 2-15 Dive05 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のステルカメラによる湖底の撮影は、AUVの撮影設定を表 2-15 に示し、カメラの撮影設定を表 2-16 に示した。

湖底付近は、濁度が高く浮遊物も多い状況であったが、高度 1.0m から撮影した写真で、湖底が認識できる画像を取得できた(写真 2-7 参照)。

表 2-15 AUV の撮影設定(Dive05)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.0m	4.0s	0.1m/s

表 2-16 カメラの撮影設定(Dive05)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/3.6	1/15 秒	ISO-1600	18mm

補正前



補正後



写真 2-7 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive05)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive05 では、高度 1.0m から撮影した写真を、画像補正を行うことで、湖底の状況が確認でき、ビワオオウズムシの確認可能な映像が、複数箇所撮影された。

現在、これらの写真より、ビワオオウズムシの生息状況を精査中である。

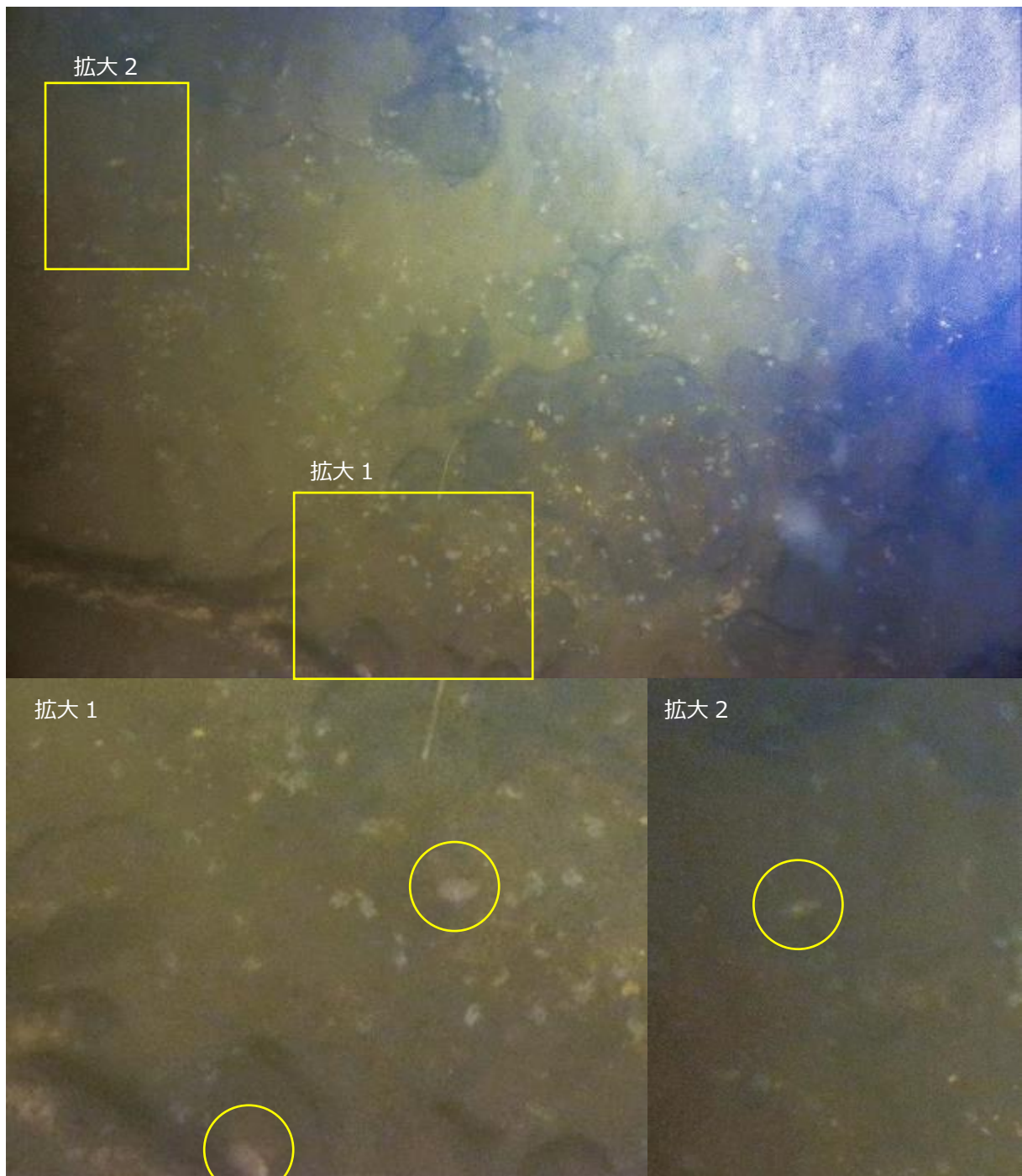


写真 2-8 ビワオオウズムシの確認状況(Dive05)

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-16 に示す。

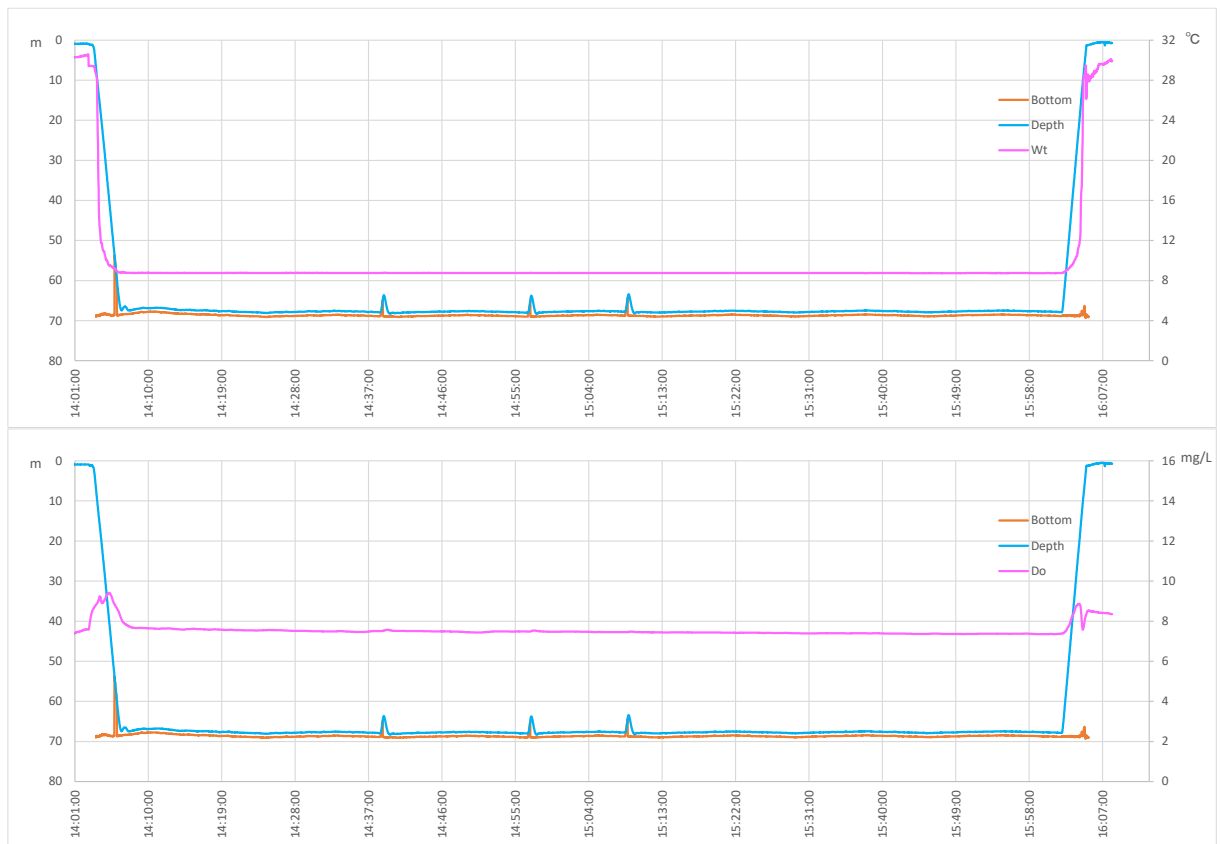


図 2-16 各種センサーによる観測結果(Dive05)

2.6 Dive06 調査結果

7月25日に今津沖エリアにて実施した、Dive06における潜航記録を表2-17に整理し、着揚収時の状況を、写真2-9に示す。

表 2-17 Dive06 潜航記録

観測日：2021/7/25

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#06
基準点	緯度	35° 24.241' N	投入	緯度	35° 24.270' N
	経度	136° 03.202' E		経度	136° 03.211' E
天気	晴	実績	投入時刻	11:14	
雲量	4		バラスト投下	11:17	
風向	SE		移動開始	11:22	
風速	1.5m/s		開始点到着	11:34	
風浪階級	2		観測終了	11:43	
気温	31.9℃		離底時刻	11:43	
水温(表層)	28.3℃		浮上時刻	11:46	
水深	71m		ON DECK時刻	11:51	



写真 2-9 Dive06 着揚収状況

(1) 航跡

Dive06における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-17に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-15に示す。

Dive06では、高度1.0mよりさらに鮮明な映像を撮影するため、高度0.8mで制御可能であるか確認するための試験潜航とした。

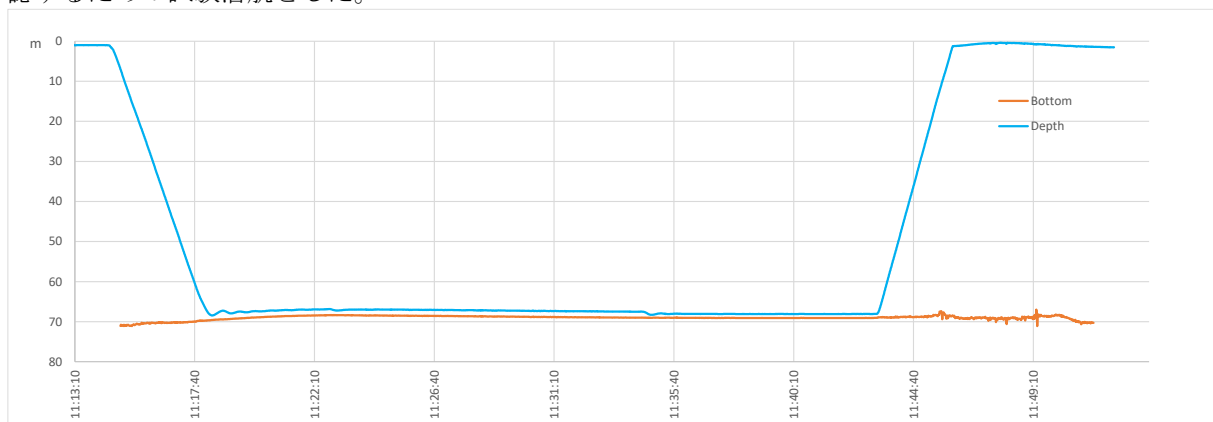


図 2-17 Dive06における潜航深度と高度

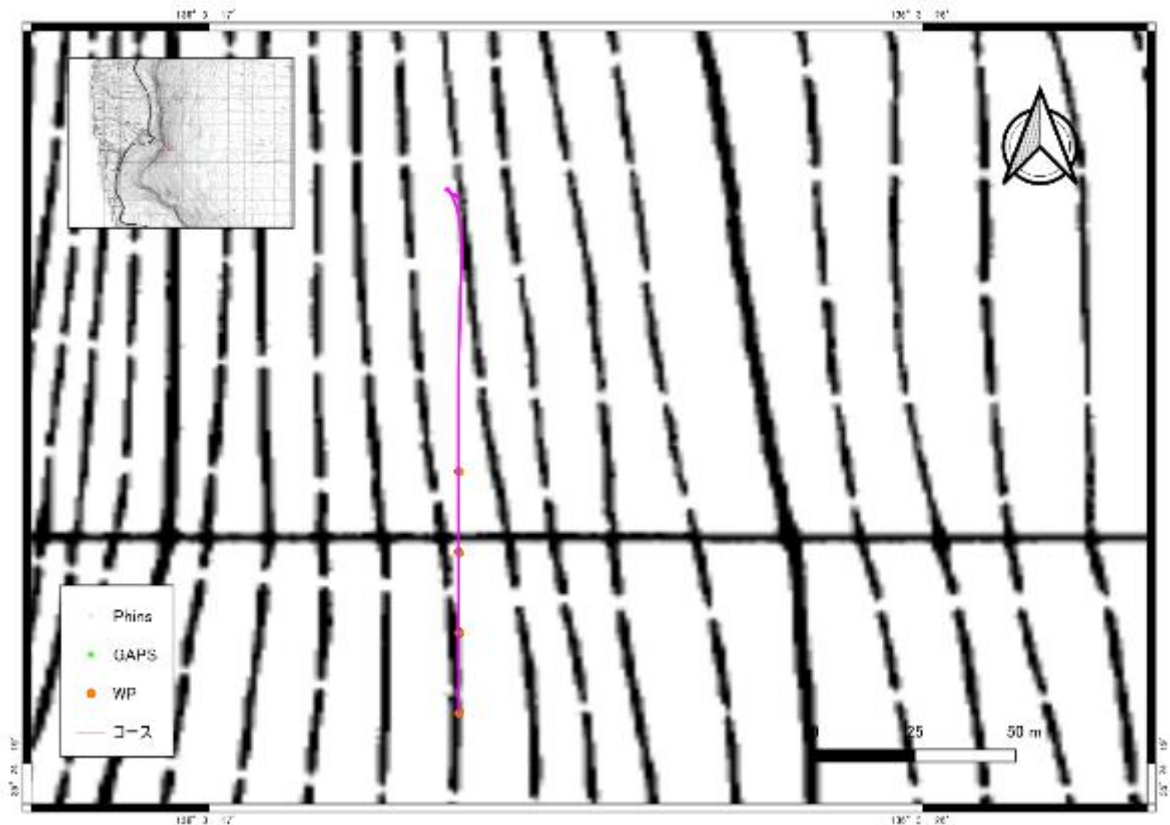


図 2-18 Dive06 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のステルカメラによる湖底の撮影は、AUV の撮影設定を表 2-18 に示し、カメラの撮影設定を表 2-19 に示した。

湖底付近は、これまでの調査箇所より濁度が低く浮遊物も少ない状況であったため、着底から浮上まで、湖底が認識できる画像を取得できた(写真 2-10 参照)。

なお、高度 1.0m と 0.8m の高度制御に違いは確認できなかったため、以後の潜航は全て 1.0m で実施する方針とした。

表 2-18 AUV の撮影設定(Dive06)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.5m→1.0m→0.8m	4.0s	0.1m/s

表 2-19 カメラの撮影設定(Dive06)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/3.2	1/125 秒	ISO-3200	18mm
f/3.2	1/125 秒	ISO-1600	18mm

補正前



補正後



写真 2-10 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive06)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive06 では、全ての写真において、湖底の状況が確認でき、ビワオオウズムシの確認可能な映像が撮影された(写真 2-11 参照)。

現在、これらの写真より、ビワオオウズムシの生息状況を精査中である。

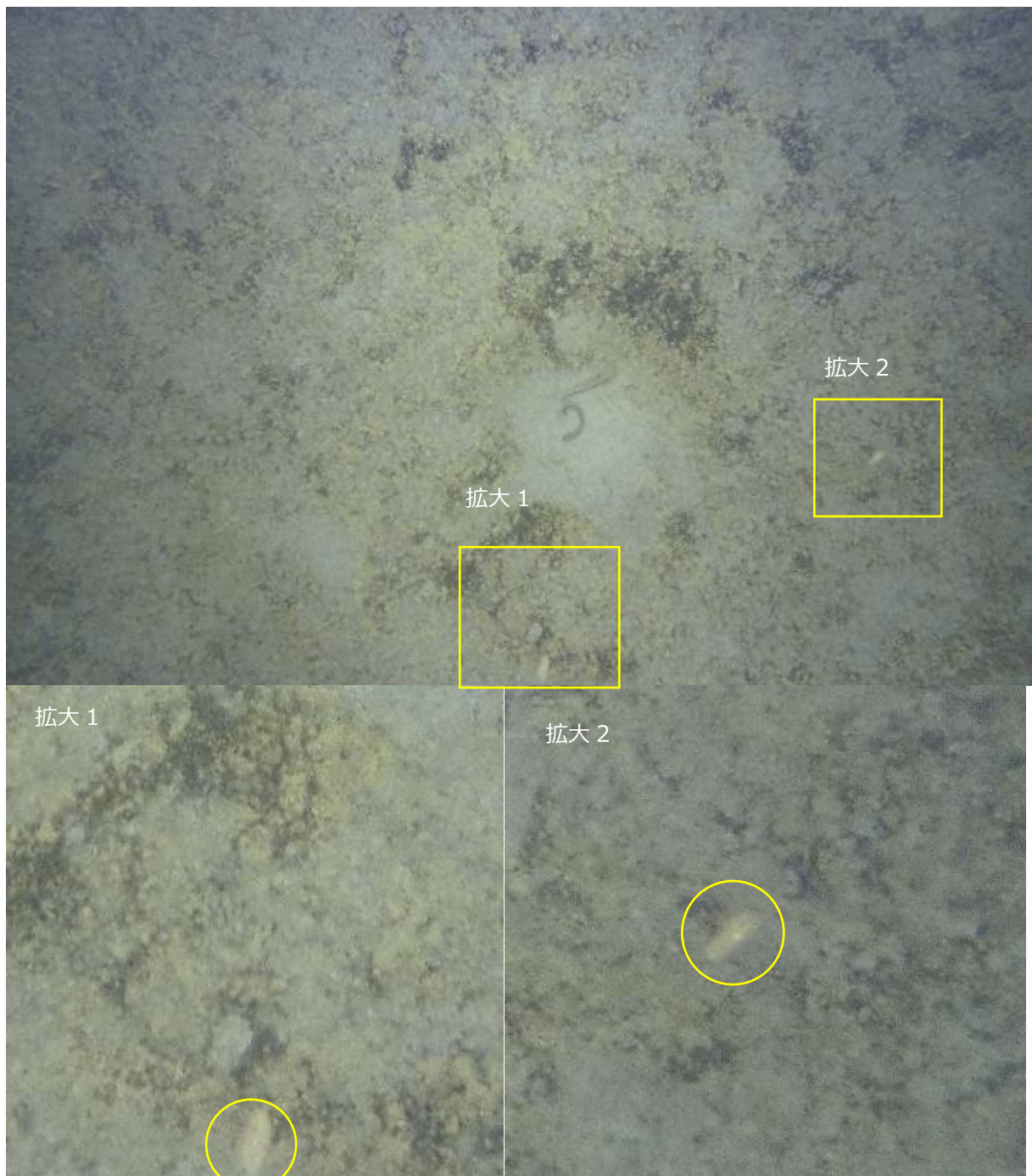


写真 2-11 ビワオオウズムシの確認状況(Dive06)

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計による観測状況を図 2-19 に示す。なお溶存酸素計については、機器の不具合のため、本潜航では AUV に搭載していない。

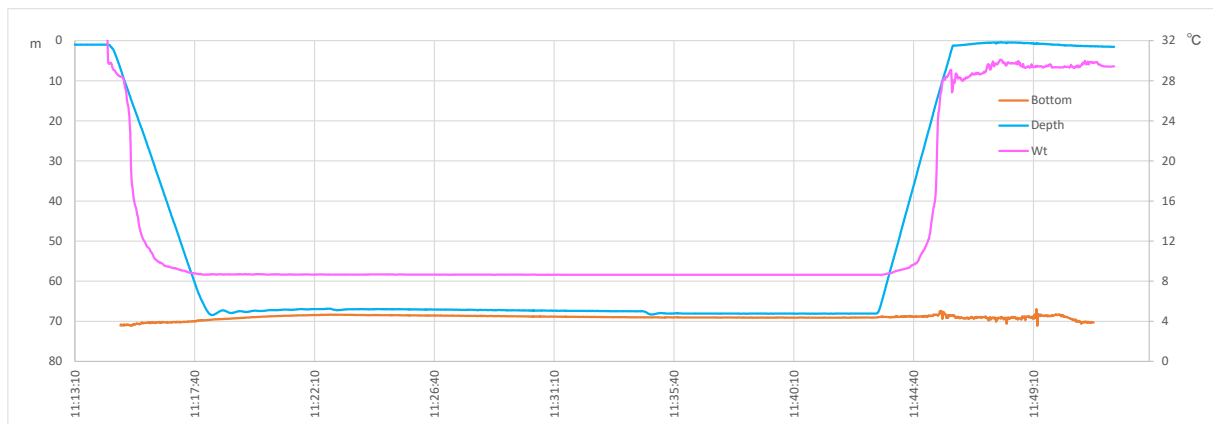


図 2-19 各種センサーによる観測結果(Dive06)

2.7 Dive07 調査結果

7月25日に今津沖エリアにて実施した、Dive07における潜航記録を表2-20に整理し、着揚収時の状況を、写真2-12に示した。

表 2-20 Dive07 潜航記録

観測日：2021/7/25

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#07
基準点	緯度	35° 24.241' N	投入	緯度	35° 24.278' N
	経度	136° 03.200' E		経度	136° 03.209' E
天気	晴		実績	投入時刻	13:12
雲量	4			バラスト投下	13:15
風向	WSW			移動開始	13:21
風速	2.1m/s			開始点到着	13:33
風浪階級	2			観測終了	15:30
気温	32.1℃			離底時刻	15:30
水温(表層)	15.9℃			浮上時刻	15:33
水深	70m			ON DECK時刻	15:38



写真 2-12 Dive07 着揚収状況

(1) 航跡

Dive07における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-20に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-21に示す。

Dive07では、高度1.0mよりさらに鮮明な映像を撮影するため、高度0.8mで制御可能であるか確認するための試験潜航とした。

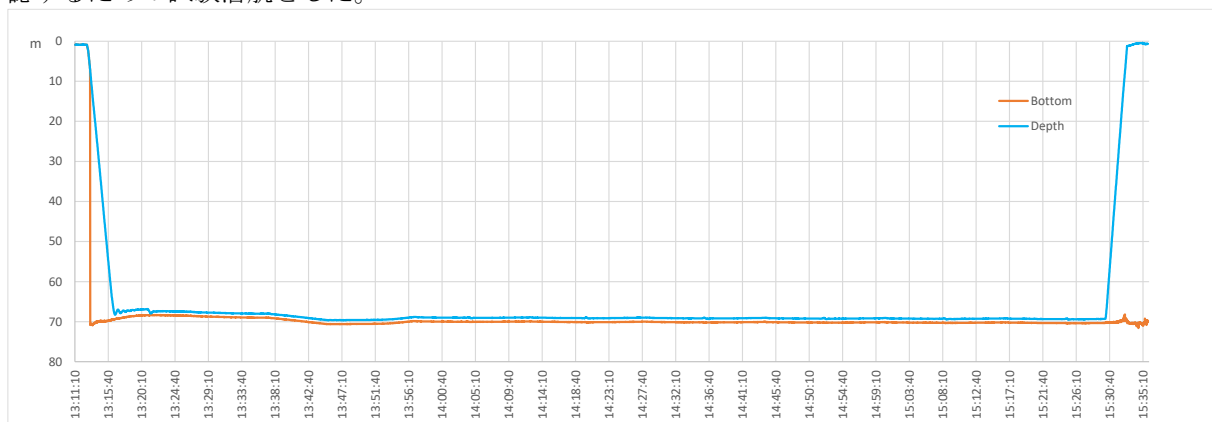


図 2-20 Dive07における潜航深度と高度

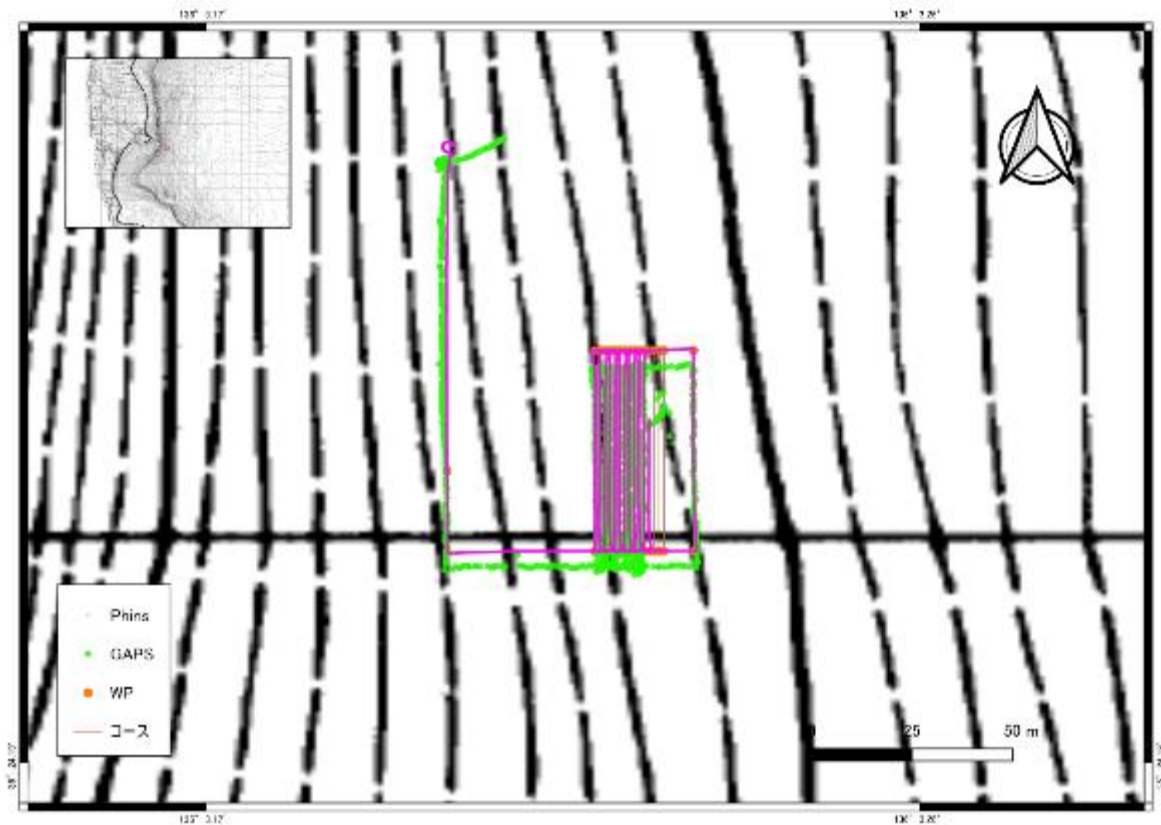


図 2-21 Dive07 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のステルカメラによる湖底の撮影は、AUV の撮影設定を図 2-21 に示し、カメラの撮影設定を表 2-22 に示した。

Dive06 において、2 台のステルカメラの ISO 速度を 1600 と 3200 として撮影したところ、1600 で良好な映像が取得できたため、Dive07 では ISO 速度を 1600 として撮影を行い、着底から浮上まで、湖底を認識できる映像が取得できた(写真 2-13 参照)。

表 2-21 AUV の撮影設定(Dive07)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.0m	4.0s	0.1m/s

表 2-22 カメラの撮影設定(Dive07)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/3.2	1/125 秒	ISO-1600	18mm

補正前



補正後

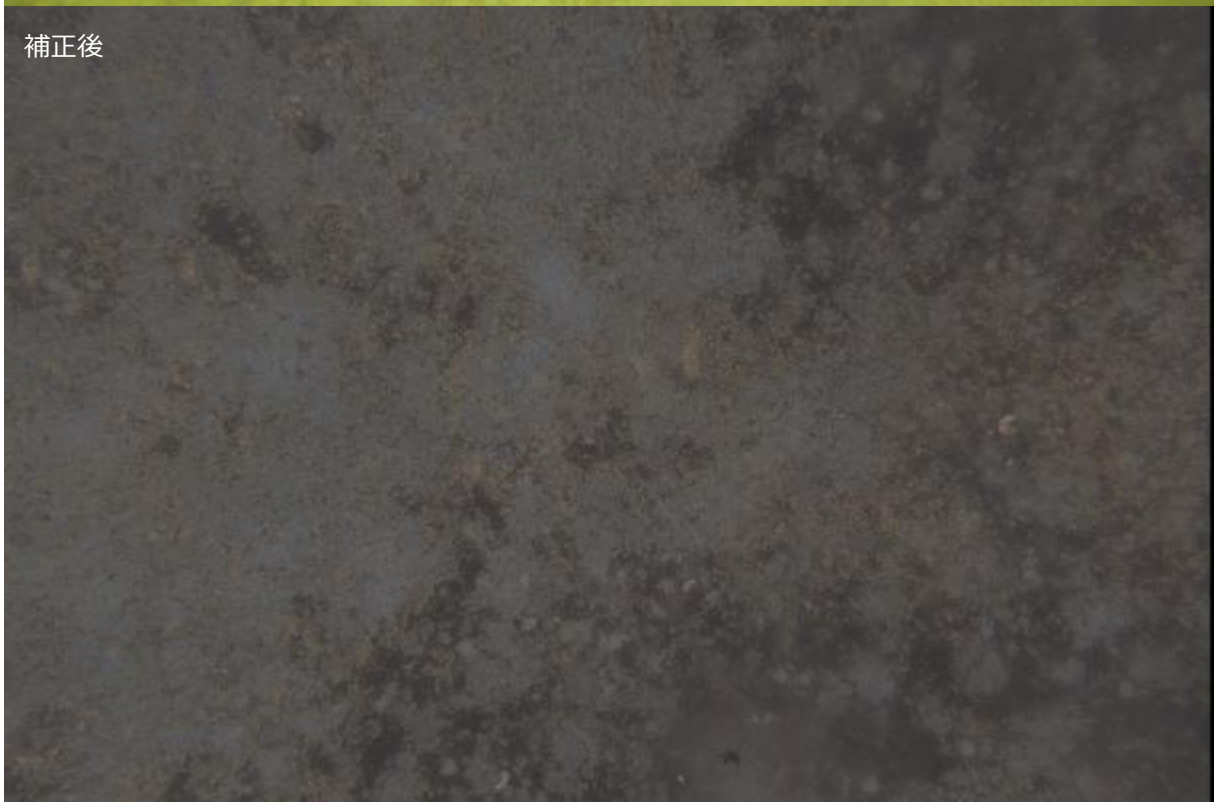


写真 2-13 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive07)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive07 では、全ての写真において、湖底の状況が確認でき、ビワオオウズムシの確認可能な映像が撮影された(写真 2-14 参照)。

現在、これらの写真より、ビワオオウズムシの生息状況を精査中である。

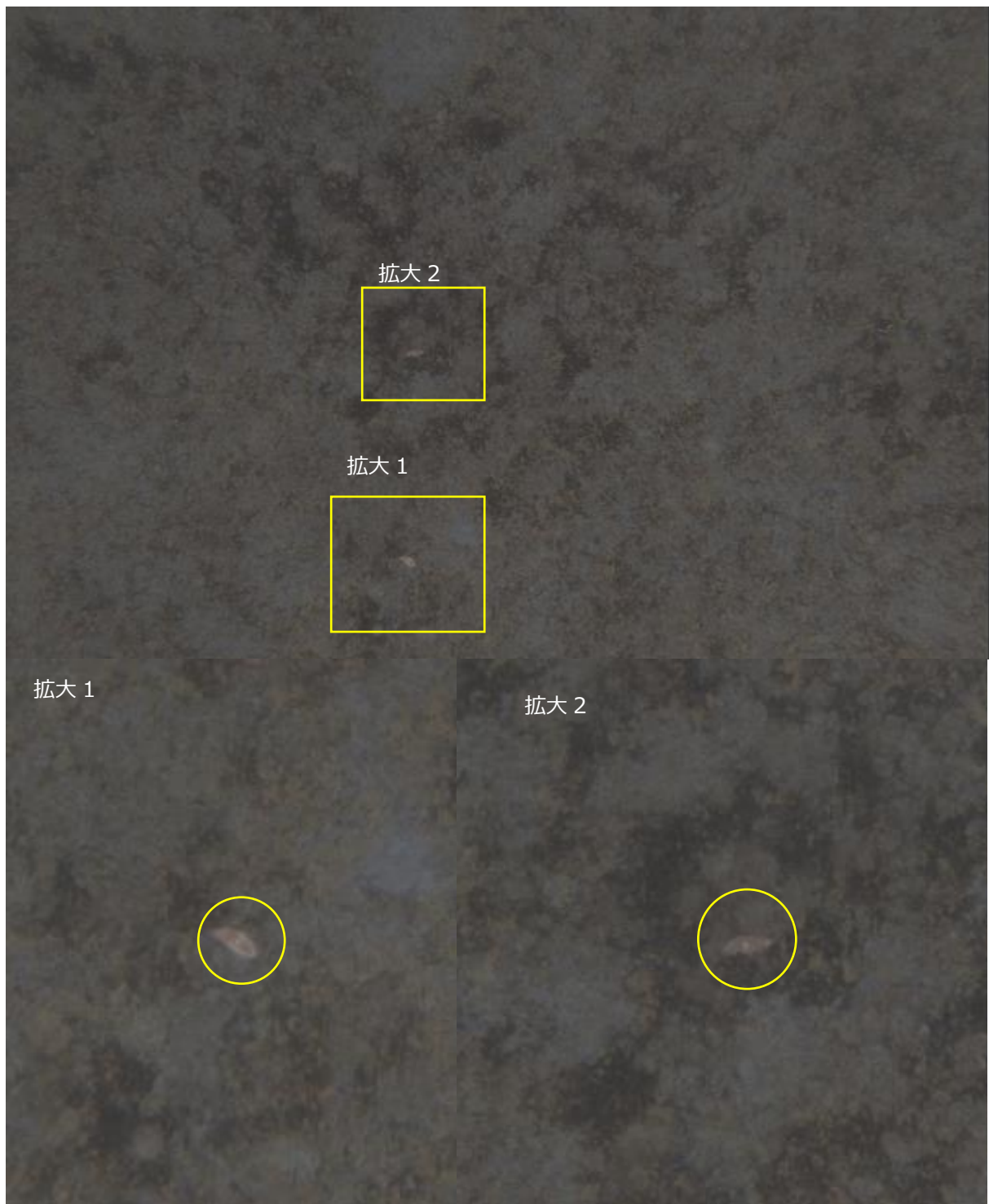


写真 2-14 ビワオオウズムシの確認状況(Dive07)

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計による観測状況を図 2-22 に示す。なお溶存酸素計について

は、機器の不具合のため、本潜航では AUV に搭載していない。

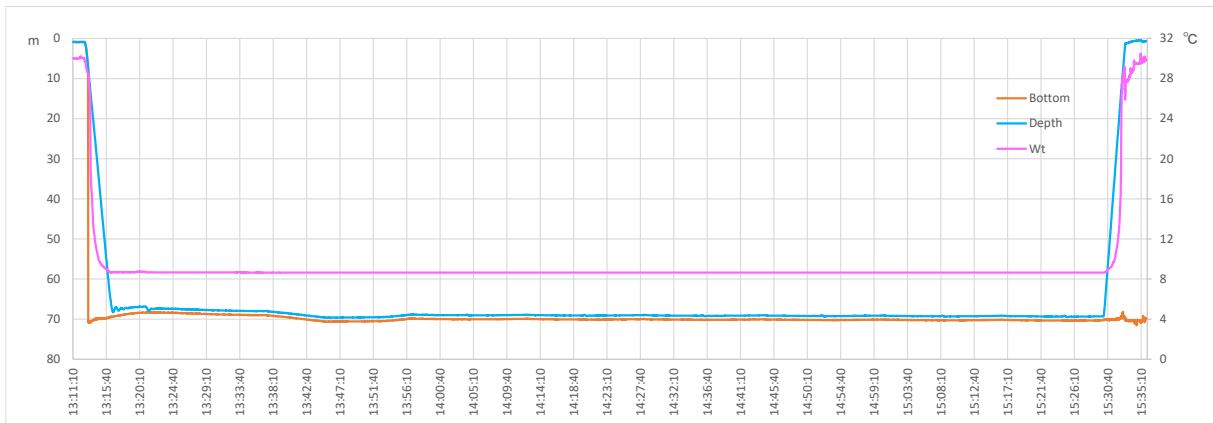


図 2-22 各種センサーによる観測結果(Dive07)

2.8 Dive08 調査結果

7月26日に最深部エリアにて実施した、Dive08における潜航記録を表2-23に整理した。

表 2-23 Dive08 潜航記録

観測日：2021/7/26

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#08
基準点	緯度	35° 20.208' N	投入	緯度	35° 20.222' N
	経度	136° 06.220' E		経度	136° 06.232' E
天気		晴	実績	投入時刻	11:01
雲量		3		バラスト投下	11:06
風向		SW		移動開始	11:11
風速		2.0m/s		開始点到着	11:18
風浪階級		3		観測終了	14:52
気温		30.9℃		離底時刻	14:52
水温(表層)		27.7℃		浮上時刻	14:57
水深		97m		ON DECK時刻	15:20

(1) 航跡

Dive08における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-23に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-24に示す。

Dive08では、高度1.0mで潜航を実施した。

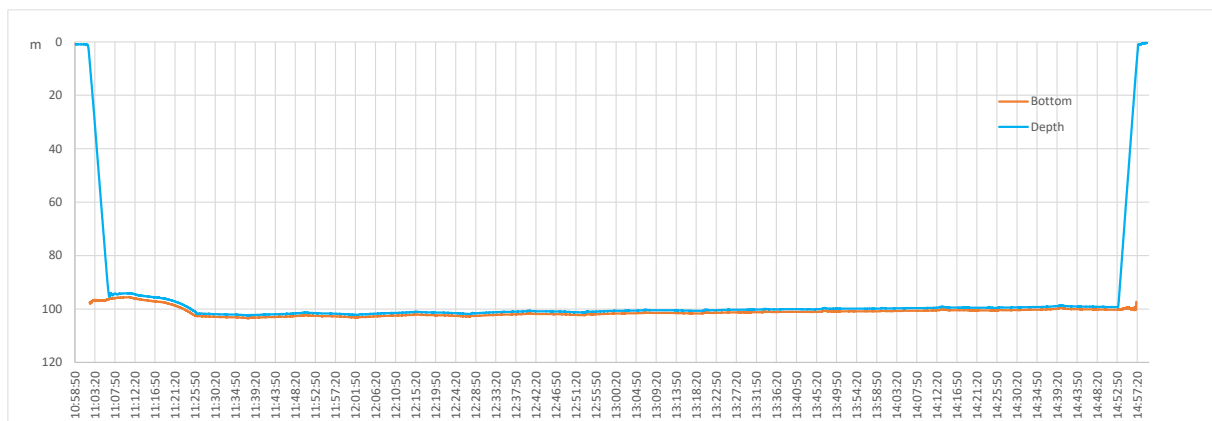


図 2-23 Dive08における潜航深度と高度

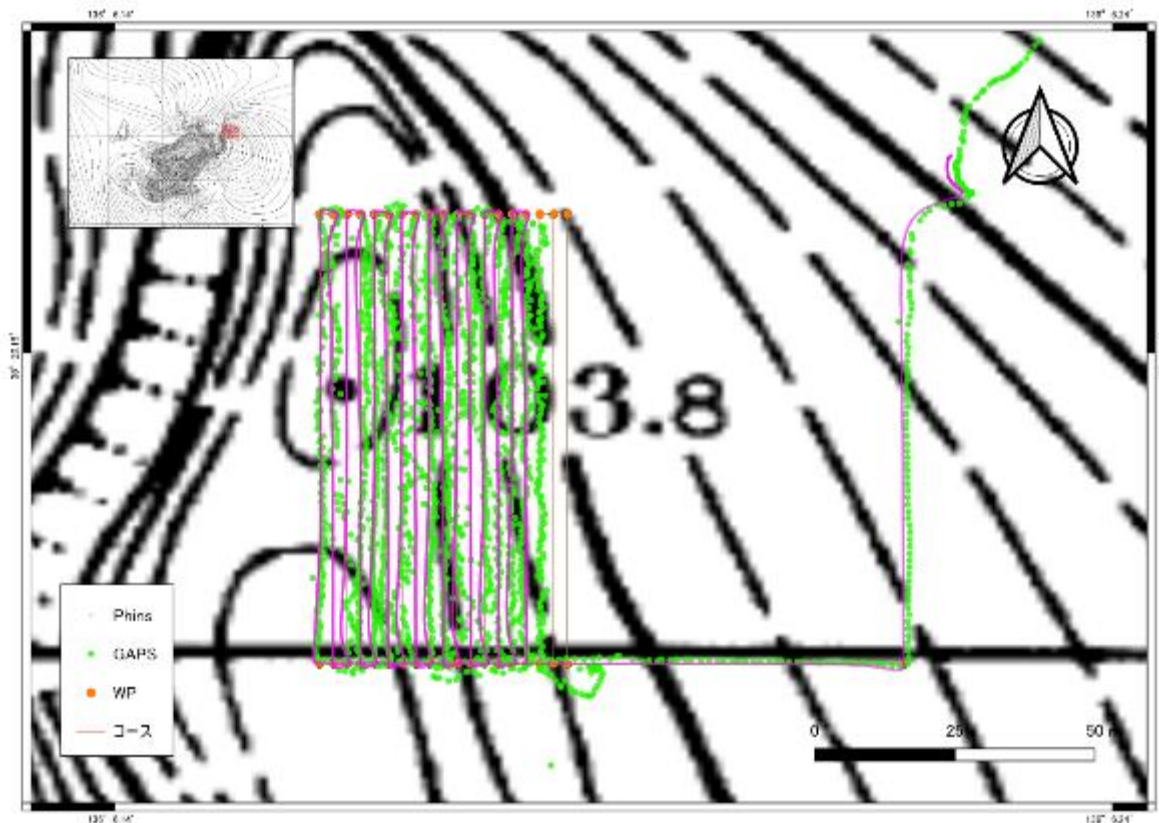


図 2-24 Dive08 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のステルカメラによる湖底の撮影は、AUV の撮影設定を表 2-24 に示し、カメラの撮影設定を表 2-25 に示した。

Dive08 では、高度 1.0m により、最深部の撮影を行ったが、湖底の濁りが高く、全体的に不明瞭な映像となっていた(写真 2-15 参照)。

表 2-24 AUV の撮影設定(Dive08)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.0m	4.0s	0.1m/s

表 2-25 カメラの撮影設定(Dive08)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/6.3	1/15 秒	ISO-800	18mm

補正前



補正後



写真 2-15 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive08)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive08 では、底層の濁りの影響により、全体的に不明瞭な映像であったが、一部でビワオオウズムシと推察される映像が撮影された(写真 2-16 参照)。

現在、これらの写真より、ビワオオウズムシの生息状況を精査中である。

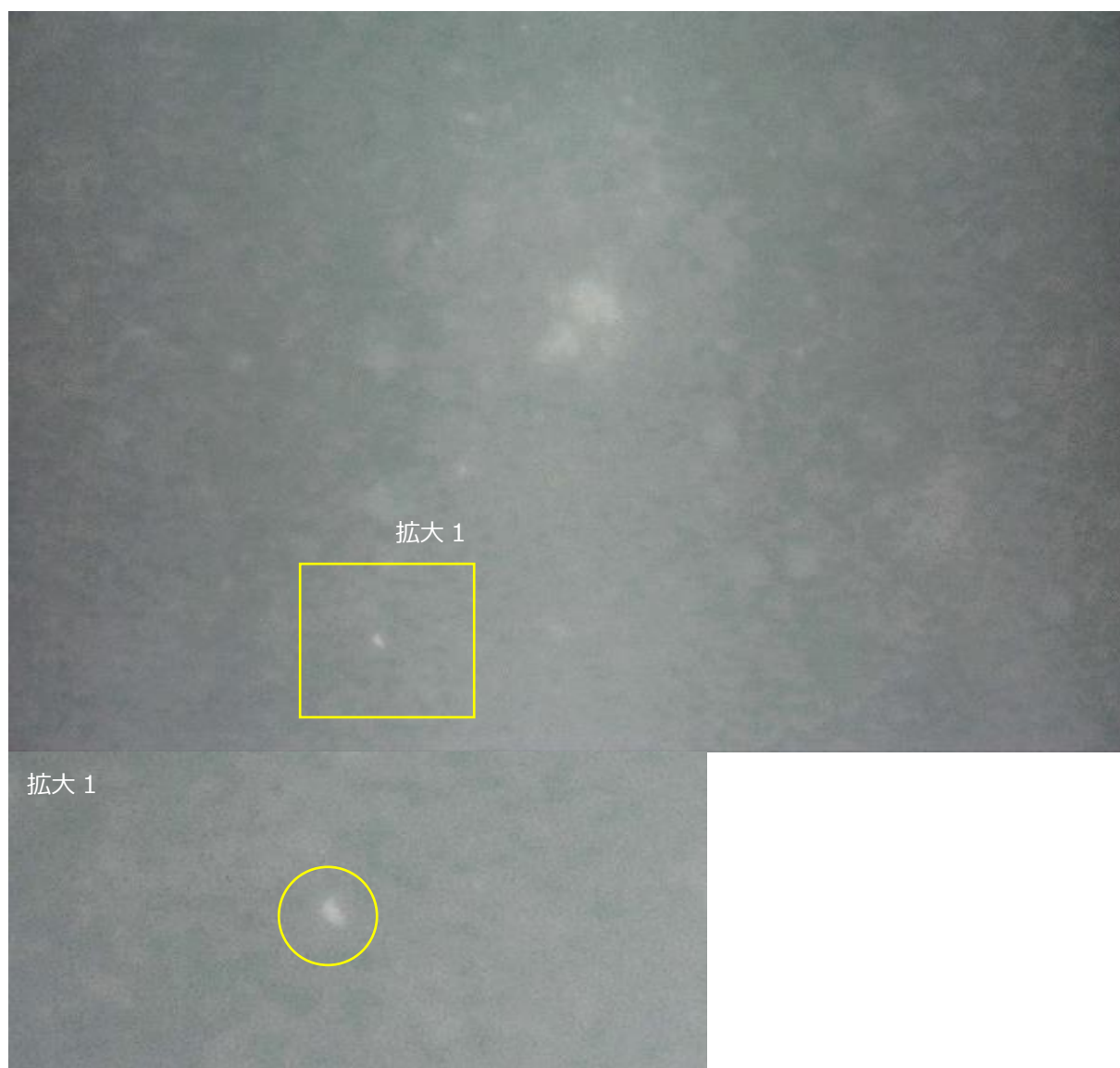


写真 2-16 ビワオオウズムシの確認状況(Dive08)

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-25 に示す。

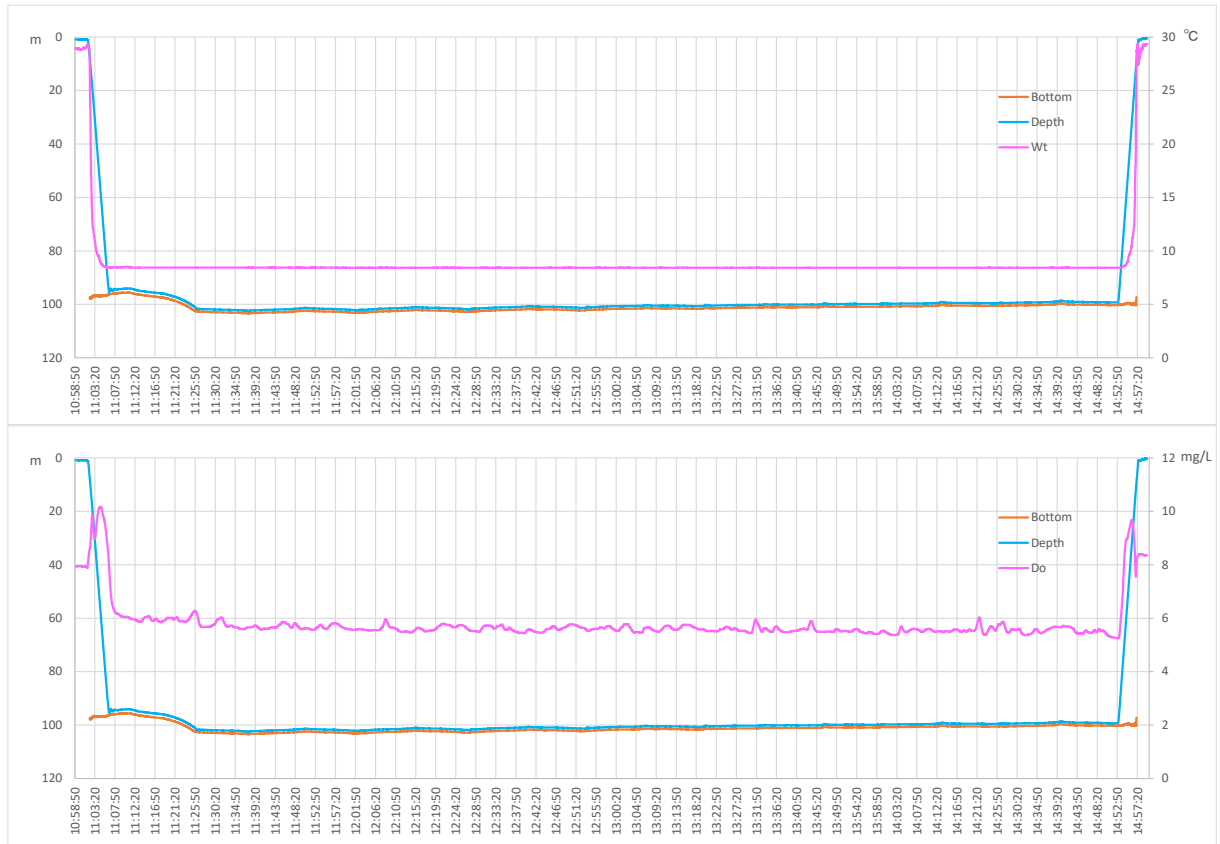


図 2-25 各種センサーによる観測結果(Dive08)

2.9 Dive09 調査結果

7月27日に塩津湾エリアにて実施した、Dive09における潜航記録を表2-26に整理し、着揚収時の状況を、写真2-17に示した。

表 2-26 Dive09 潜航記録

観測日：2021/7/27

観測員：高島、西林、長野、高月、井上

船名		はっけん号	DiveNo.		Dive#09
基準点	緯度	35° 26.438' N	投入	緯度	35° 26.509' N
	経度	136° 09.100' E		経度	136° 09.097' E
天気		曇	実績	投入時刻	11:19
雲量		6		バラスト投下	11:22
風向		NW		移動開始	11:27
風速		2.6m/s		開始点到着	11:39
風浪階級		3		観測終了	15:21
気温		30.7℃		離底時刻	15:21
水温(表層)		27.7℃		浮上時刻	15:24
水深		60m		ON DECK時刻	15:33



写真 2-17 Dive09 着揚収状況

(1) 航跡

Dive09における「ようざん」の潜航深度及び高度の時系列図を図2-26に示し、AUV艇体内部に内蔵された、慣性航法装置による航跡と、音響測位装置(GAPS)により、船上から測位した航跡を、図2-27に示す。

Dive09では、湖底の撮影状況が良好であった、Dive07の撮影設定で潜航を実施した。

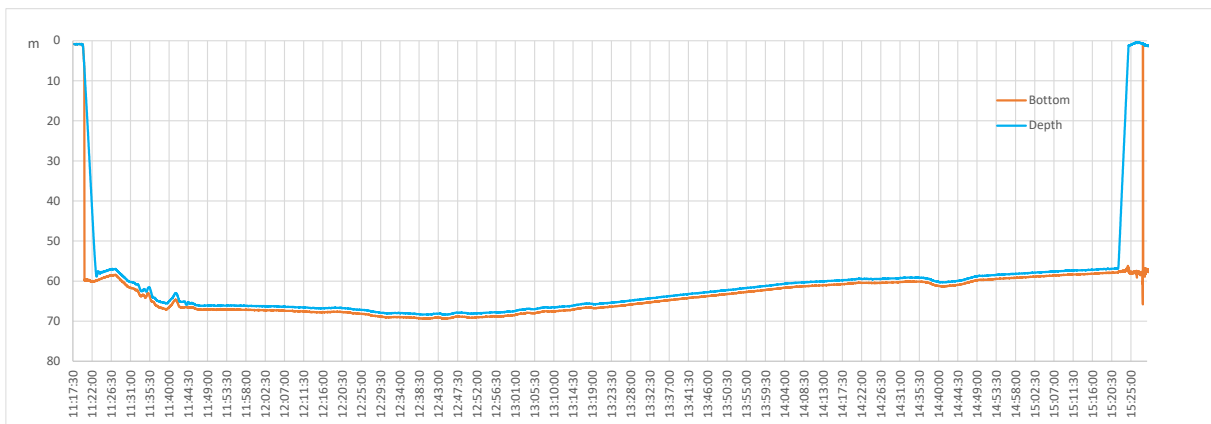


図 2-26 Dive09における潜航深度と高度

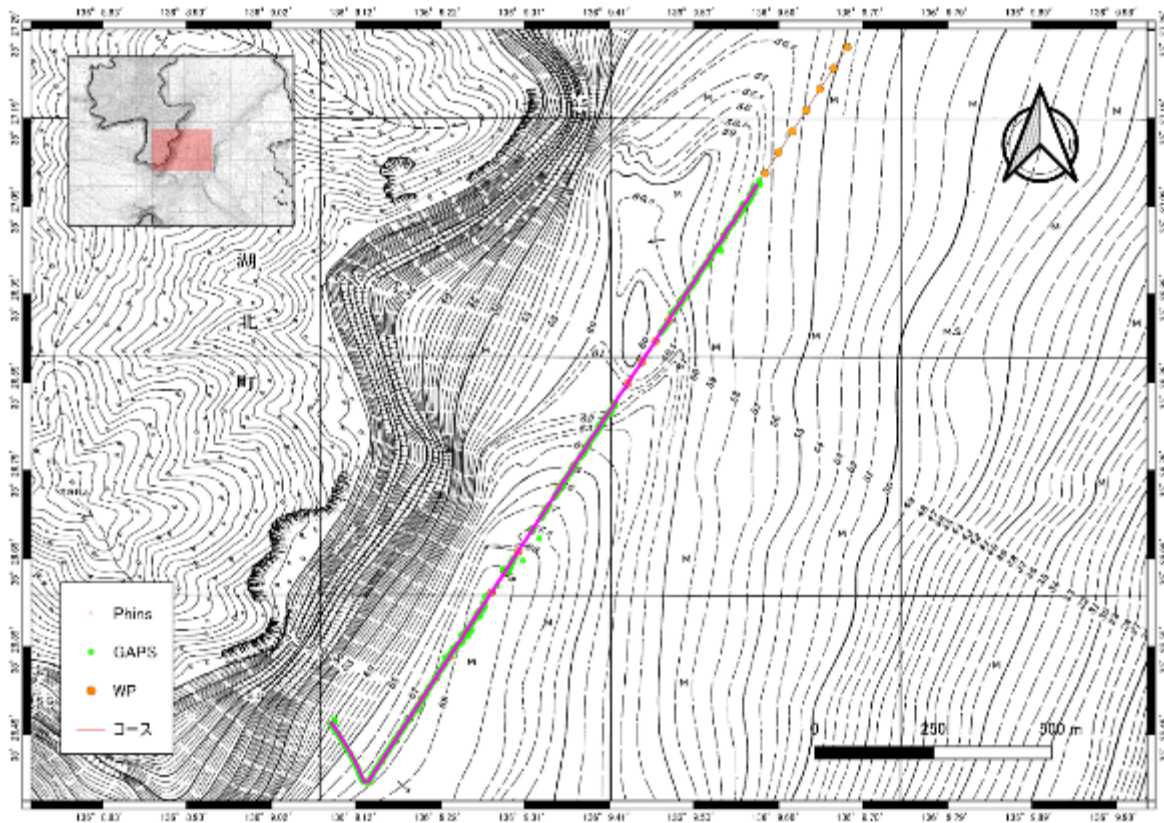


図 2-27 Dive09 における航跡図

(2) スチルカメラによる湖底撮影

「ようざん」のステルカメラによる湖底の撮影は、AUV の撮影設定を表 2-27 に示し、カメラの撮影設定を表 2-28 に示した。

Dive09 では、高度 1.0m で良好な映像が取得できた、Dive07 の設定に戻して撮影を行い、濁りは高い状況であったが、湖底を認識できる映像を取得することができた(写真 2-18 参照)。

表 2-27 AUV の撮影設定(Dive09)

撮影高度	撮影間隔	航行速度
1.0m	4.0s	0.1m/s

表 2-28 カメラの撮影設定(Dive09)

絞り値	露出時間	ISO 速度	焦点距離
f/3.2	1/125 秒	ISO-1600	18mm

補正前



補正後



写真 2-18 スチルカメラによる湖底の撮影状況(Dive09)

(3) ビワオオウズムシの確認状況

Dive09 では、全ての写真において、湖底の状況が確認でき、ビワオオウズムシの確認可能な映像が撮影された(写真 2-19 参照)。

現在、これらの写真より、ビワオオウズムシの生息状況を精査中である。



写真 2-19 ビワオオウズムシの確認状況(Dive09)

(4) 各種センサーによる観測状況

「ようざん」に搭載された水温・塩分計及び溶存酸素計による観測状況を図 2-28 に示す。

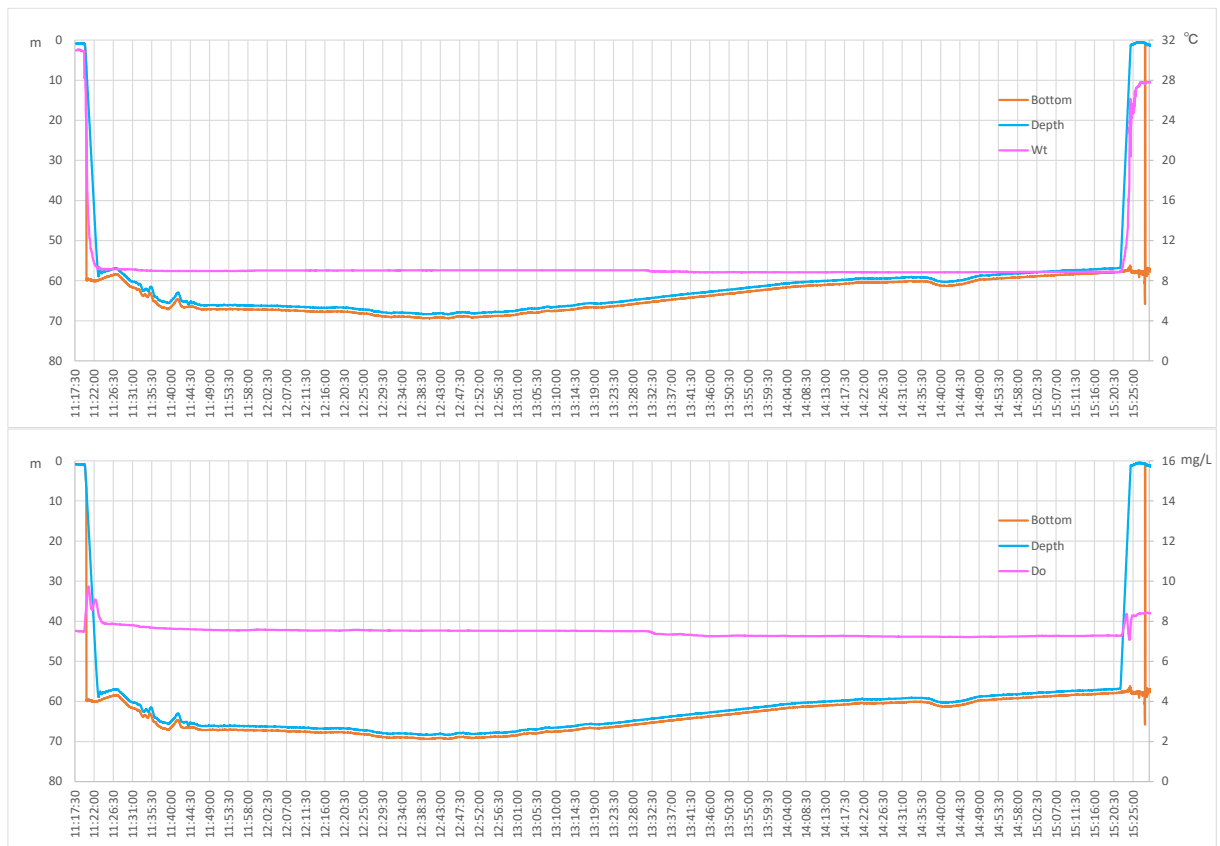


図 2-28 各種センサーによる観測結果(Dive09)

3. ROV 調査結果

3.1 調査内容

湖底の状況を、図 3-1 に示す、小型 ROV で撮影し、ピワオオウズムシの生息状況調査を実施した。



本体	
寸法	383 x 331 x 143 mm
重量	3.9 kg
スラスタ数	6
操作性	6 DOF (自由度) 動作：左右、上下、前後 回転：360°ヨーリング、360°ピッチ、360°ローリング
Posture Lock™	±0.1°ピッチ角度または±0.1°ローリング角度、全方向稼働
深度維持	±1 cmに保持
スピード	静水で最高3ノット (1.5 m/s)
最大深度	100 m
操作温度	-10°C~60°C (14°F~140°F)
最長稼働時間	最長4時間
バッテリー	定格出力9000 mAh / 97.2 Wh 最高充電電圧2.6 V FIFISHクイックチャージで充電時間1.0時間
カメラ	
センサー	1/2.3" SONY CMOS
有効画素数	12 MP
ISO範囲	自動/手動で 100-6400
ビデオ解像度	4K UHD : 25/30 fps 1080P FHD : 25/30/50/60/100/120 fps 720P HD: 25/30/50/60/100/120/200/240 fps
ライト	
輝度	4000 lm

図 3-1 小型 ROV (Fifish) 機器仕様

3.2 調査期間

調査は以下の日程で実施した。

1回目：2021年7月24日 葛籠尾崎

2回目：2021年7月25日 今津沖

3.3 ビワオオウズムシの確認状況

(1) 葛籠尾崎

葛籠尾崎の湖底で確認された、ビワオオウズムシを写真 3-1 に示す。

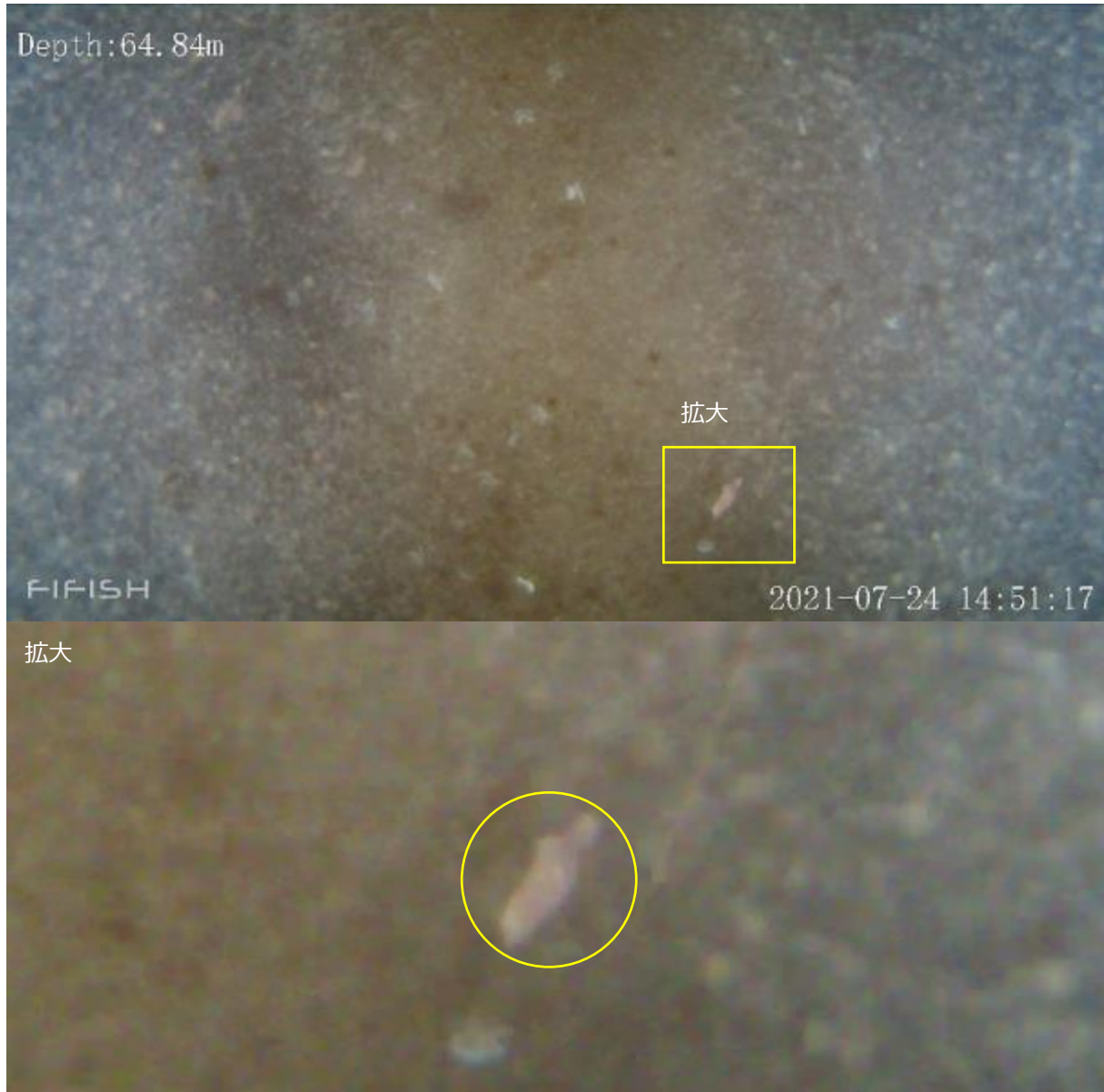


写真 3-1 葛籠尾崎で確認されたビワオオウズムシ

(2) 今津エリア

今津沖の湖底で確認された、ビワオオウズムシを写真 3-2 に示す。

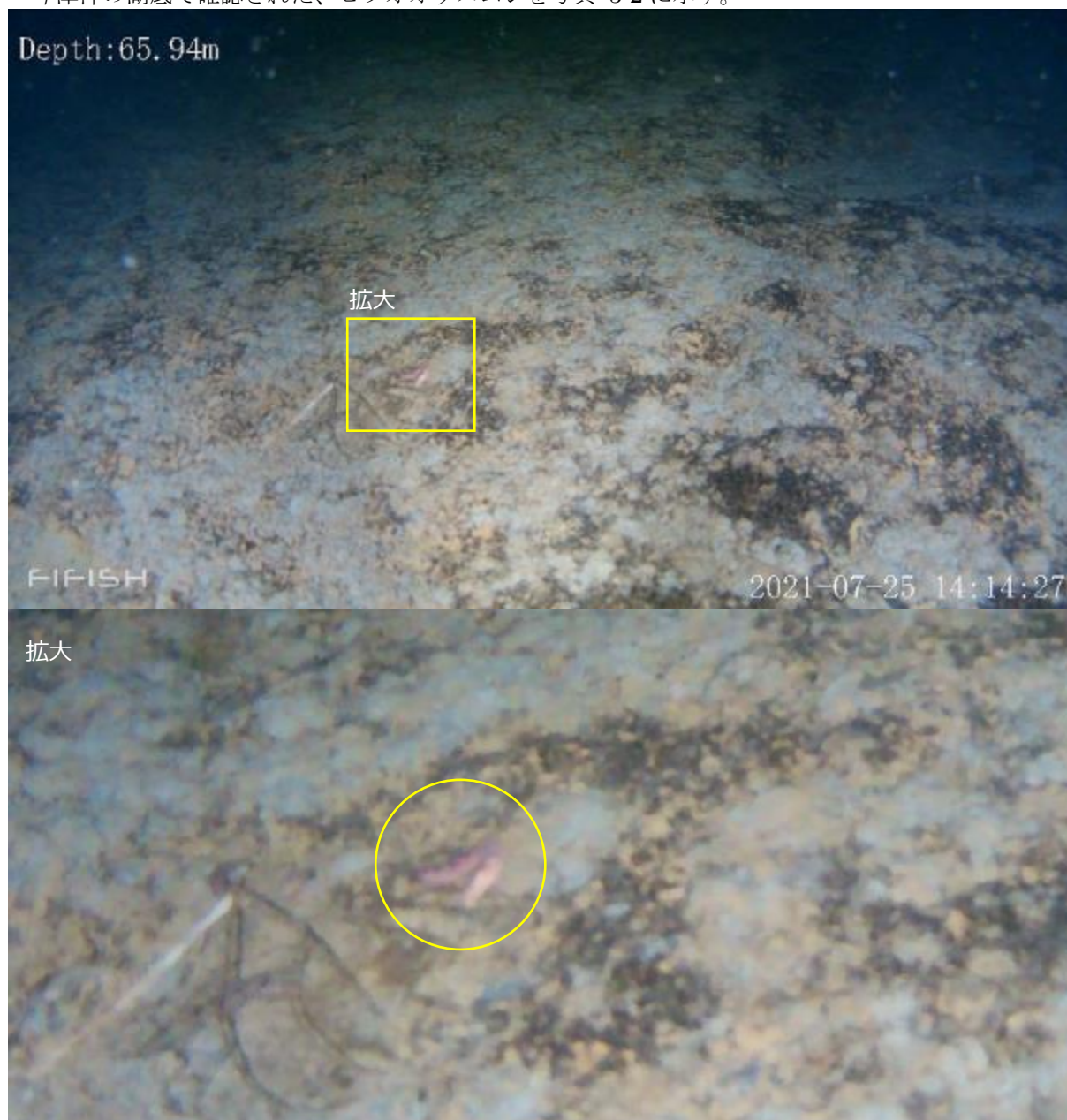


写真 3-2 今津沖で確認されたビワオオウズムシ

4. 研究成果

4-1. 研究成果発表

日時 2022年3月27日

場所 コラボしが21大会議室

発表者 佐藤瑠乃

The disappearance of *Bdellocephala annandalei* in conjunction with environmental changes in Lake Biwa
– Latest results of lake bottom monitoring

Shiga Prefectural Zeze High School Runo Sato

びわ湖トラスト
THE NIPPON FOUNDATION
海と日本 PROJECT

introduction

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

SDGs

14 LIFE BELOW WATER
15 LIFE ON LAND

Protecting biodiversity

On earth Types of organisms

Recognized
About 1.75million species
Including unconfirmed
30 million species
~100 million or more

Since 1975

Every year 40,000 species extinction

Scientific knowledge Fulfilling important !

Science

Biwaouzumushi, an endemic species of Lake Biwa, has disappeared !



Total circulation mechanism of Lake Biwa

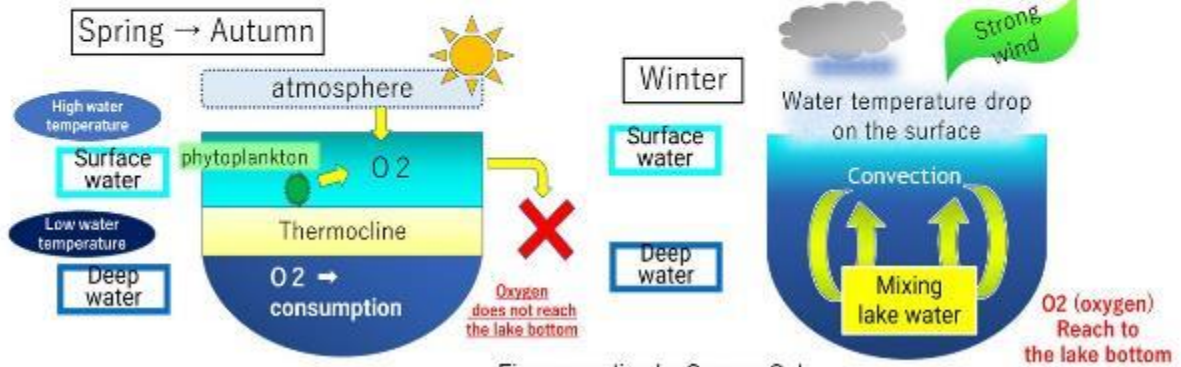
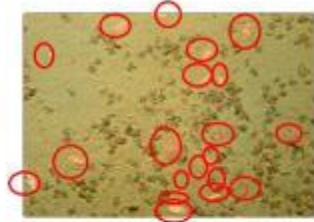


Figure creation by Sayane Sato

The situation of Biwaouzumushi

2006.8



Durable egg



Currently breeding at home

DATA	Special Note	Trap setting period	Trap setting period
2020/3/22	○	Adhering to the anchor	3
2020/6/21	×	1 hour (North Lake)	0
2020/7/19	Tolerant egg discovery	90 minutes	0
2020/8/30	×	1 month (North Lake)	0
2020/10/18	×	1 month (North Lake)	0
2020/11/20	×	1 month (North Lake)	0
2020/12/27	×	1 month (North Lake)	0
2021/2/7	×	1 month (North Lake)	0
2021/3/6	○	1 month (North Lake)	2
2021/3/21	○	1 month (North Lake)	1
2021/4/25	×	1 month (North Lake)	0
2021/5/23	×	1 month (North Lake)	0
2021/6/20	×	1 month (North Lake)	0
2021/7/4	×	1 month (North Lake)	0

Underwater robot

Small size ROV(Fish)
Equipment specification

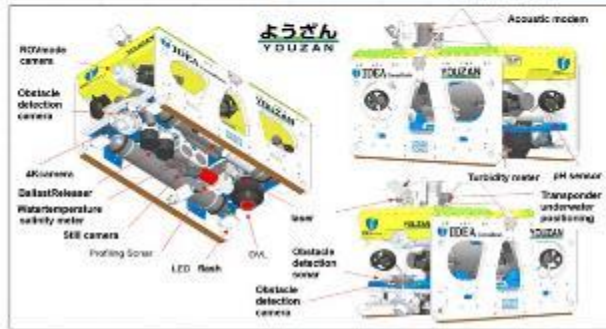


Role	
Size	300 x 330 x 130 (mm)
Weight	270 kg
Thruster number	6
Maneuverability	6DOF (Degree of freedom) Operation (left, right, up and down, front and back, Roll-over, Roll-up, Roll-down, Roll-left, Roll-right)
Position Locking	±0.1° Pitch angle ±0.1° Roll angle, vertical/horizontal operation
Depth resistance	±1.0% Body
Speed	Up to 2km/h in still water (1.5kts)
Maximum depth	2000 ft
Operating temperature	-10°C ~ 60°C (14°F ~ 140°F)
Maximum system	Maximum 4 hours
Battery	4x AA 2000mAh/1.2V Rechargeable (recharge 2 hrs) CR2032 3V 1.8mAh with back-up data
Camera	10.2" 500K CMOS
Number of effective pixels	10 MP
Still camera	Extracable / manual 100~800
Video resolution	4K (UHD) 25/30 fps 1080P (Full HD) 25/30/60/100/120 fps 720P (HD) 25/30/60/100/120/240 fps
Light	4000 lm



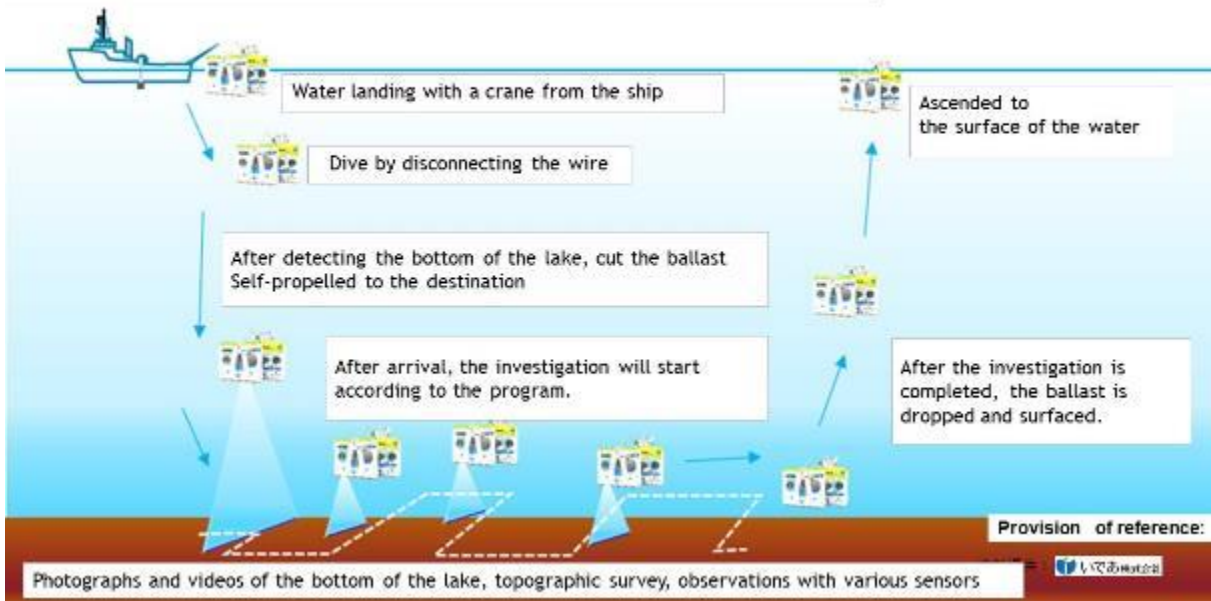
ようざん
YOUZAN

Items	Specification
Size	1.9m x 0.77m x 0.7m
Weight	275 kg
Maximum dive depth	2,000 m
Cruise speed	0.2 ~ 0.3m/s
Maximum navigation speed	0.82m/s
Maximum dive time	8 hours
Thruster photography	4 horizontal, 2 vertical
Video shooting	Still cameras 2, LED flash 4 4K camera, Always MLE102, 4K mode camera Profiling sonar (Seafloor topography) Turbidity meter Water temperature salinity meter pH sensor Obstacle detection sonar Topographic observation camera / laser



Documents provided : いでああめがさ

YOUZAN Operation conceptual diagram

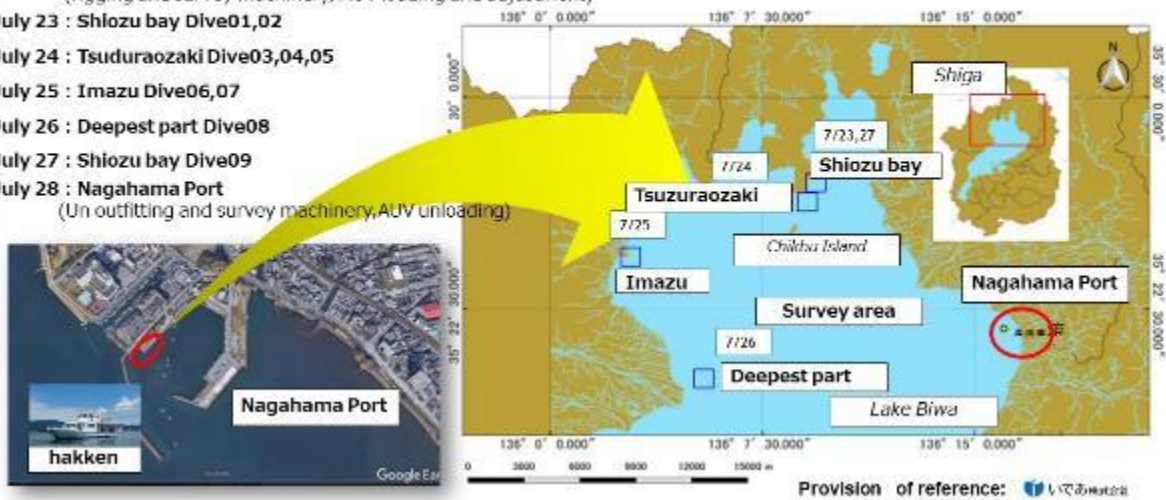


Date / location

Survey Date

- July 22 : Nagahama Port
(rigging and survey machinery, AUV loading and adjustment)
- July 23 : Shiozu bay Dive01,02
- July 24 : Tsuduraozaki Dive03,04,05
- July 25 : Imazu Dive06,07
- July 26 : Deepest part Dive08
- July 27 : Shiozu bay Dive09
- July 28 : Nagahama Port
(Un outfitting and survey machinery, AUV unloading)

Survey location



Lake Biwa bottom survey results

Date	Survey location	Dive number	Dive start time	Observation start time	Observation end time	Ascent completion time	Dive time	Lake bottom photography	Confirmation
2021/7/23	Shiozu Bay	Dive01	11:59:53	12:04:35	12:54:28	12:56:00	0:56:07	×	×
2021/7/23	Shiozu Bay	Dive02	12:46:35	12:49:07	16:00:03	16:03:07	2:16:32	×	×
2021/7/24	Tsuzuraozaki	Dive03	10:20:27	10:23:23	10:34:00	10:37:09	0:16:42	×	×
2021/7/24	Tsuzuraozaki	Dive04	11:38:44	11:41:33	11:49:43	11:52:46	0:14:02	×	×
2021/7/24	Tsuzuraozaki	Dive05	14:02:15	14:06:13	16:01:55	16:05:01	2:02:15	○	○
2021/7/25	Imazu	Dive06	11:14:24	11:17:43	11:43:15	11:46:14	0:31:50	○	○
2021/7/25	Imazu	Dive07	13:12:49	13:15:59	15:30:03	15:33:02	2:20:13	○	○
2021/7/26	Deepest part	Dive08	11:01:42	11:06:03	14:52:56	14:57:53	3:56:11	○	○
2021/7/27	Shiozu Bay	Dive09	11:19:49	11:22:29	15:21:56	15:24:28	4:04:40	○	○

Dive01~Dive04 Lake Biwa bottom images → Not confirmed due to turbidity deterioration



Dive01



Dive02



Dive03



Dive04

Turbidity near the bottom of Lake Biwa

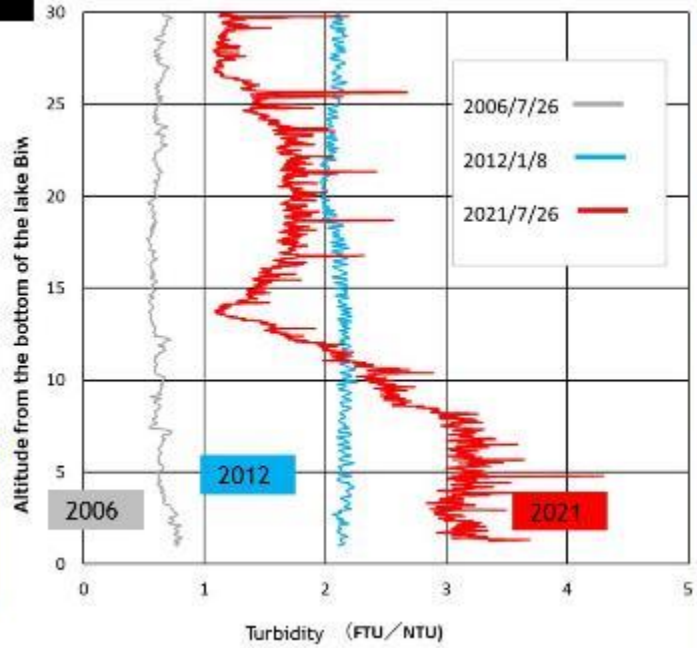
Vertical turbidity distribution
(Near the deepest part of Lake Biwa))

2012
July

2021
July

Lake Biwa
turbidity
worsens
than expected

Lake Biwa bottom
environment
Concerned about
deterioration



**Rising water temperature in Lake Biwa
Impact on Bdellocephala**

Lake bottom water temperature

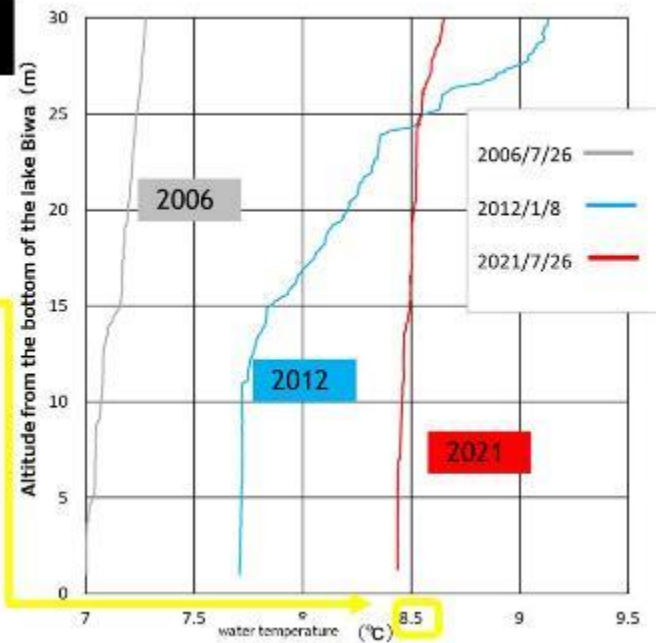
2012
July

2021
July

7.2~7.3°C

8.4~8.6°C

Water temperature rise
above 1°C in 10 years





Temperature tolerance
6~8°C



Similar to the base sequence
of the planarian DNA of
Rishiri Island



Rishiri
Island

DNA



Underwater creatures
**1.2 °C temperature
increase**

On land

**Same as the rise of
12 °C**

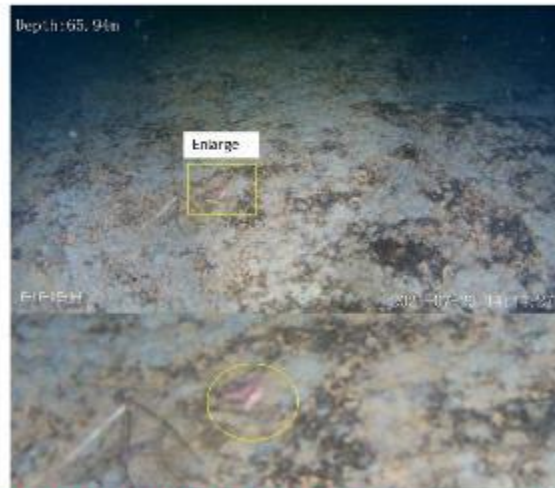
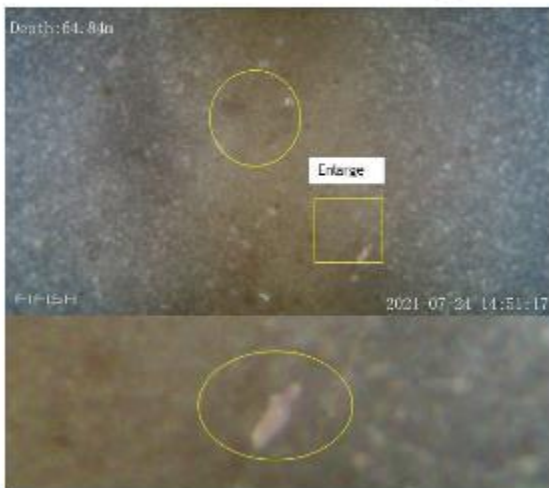
**Rapid water
temperature rise
Big impact!**

ROV Survey

DIVE1 : 2021 7/24 Tsuzuraozaki



DIVE2 : 2021 7/25 Imazu



Successful ROV investigation ! → **Decided to lower the altitude**

Dive05~Dive09 YOUZAN Survey Results

~ Dive04
Altitude 1.5m

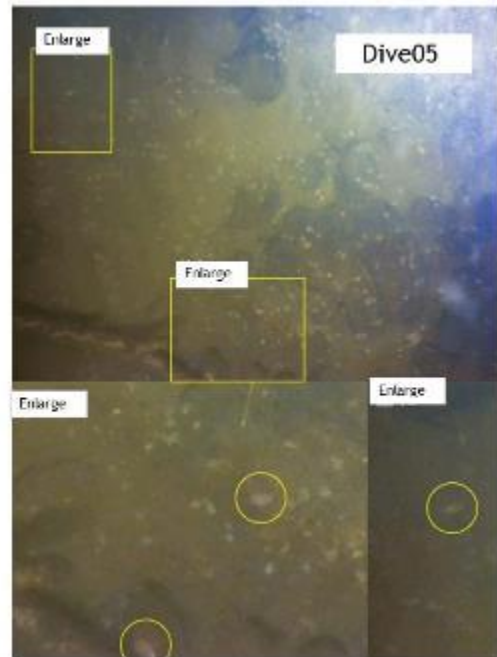


Dive05~
Altitude less than 1.0m

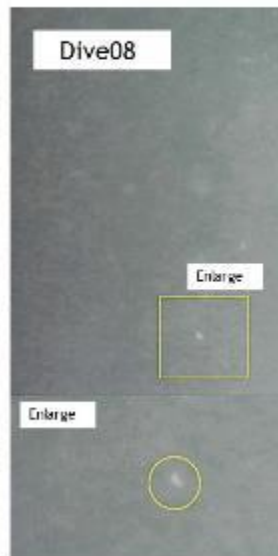
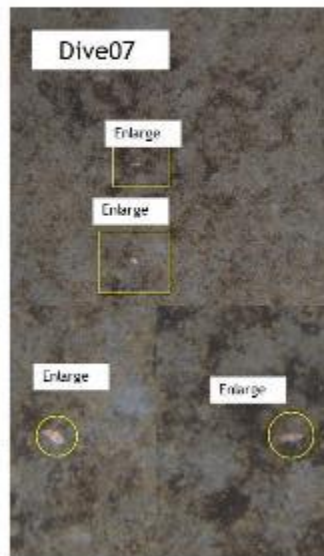
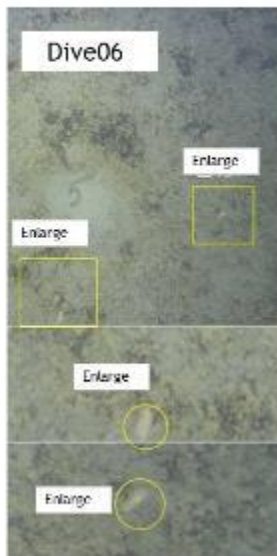


**Underwater Robot's
By large-scale
investigation**

Biwaoouzumushi confirmation
success!



Dive06~Dive09 YOUZAN Survey Results



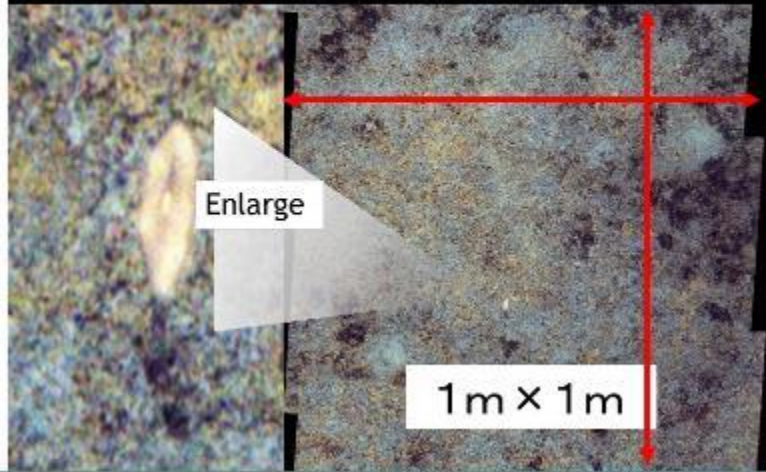
Results



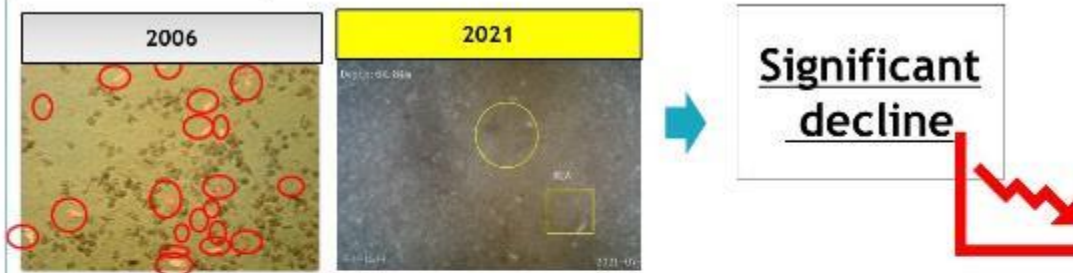
By underwater robot
Results of large-scale
survey

success!

AUV YOUZAN Photography Lake Bottom



Future tasks



Deterioration of lake Biwa environment



It is necessary to
continue monitoring in the future.





4-2. 国際陸水学会（SIL）100周年記念大会での発表

日時 2022年8月7日～10日
 場所 ベルリン（オンライン参加）
 概要

The disappearance of *Bdellocephala annandalei* in conjunction with environmental changes in Lake Biwa — Latest results of lake bottom monitoring **Runo Sato (17 years old, High School, Japan)**

The population of *Bdellocephala annandalei*, an endemic species of Lake Biwa that lives on the lake bottom, is decreasing dramatically. The cause may be the change in the lake bottom environment due to the total circulation suspension of Lake Biwa from 2019 to 2020. In 2021, the entire circulation of Lake Biwa was confirmed. After that, for five days from July 23 to February 7, we conducted a bottom exploration of *Bdellocephala vulgaris* with three AUVs (autonomous underwater robots) at Lake Biwa North Lake. As a result of the survey, the survival of several *B. annandalei* was confirmed. We obtained a lot of valuable data such as the size, number of individuals, and their habitats, etc. Compared to the July 2012 survey, the turbidity of the bottom of Lake Biwa was significantly worse, and the water temperature had risen by more than 1°C in 10 years. Particular attention should be paid to these two points.

The relationship between the survival of *B. annandalei* and the rise in water temperature in Lake Biwa is not obvious at this point. However, since *B. annandalei* originated from planarians of northern lineage that lives in an environment with a water temperature of 6°C to 8°C, it can be assumed that a sudden rise in water temperature will affect its survivability. Data obtained from lake bottom monitoring will continue to be important as an indicator of the global environment.

5. ビデオ製作

5-1. ビワオオウズムシの生息大規模調査

DVD（約10分）を製作し、滋賀県内の小中高校および関係者に配布した。

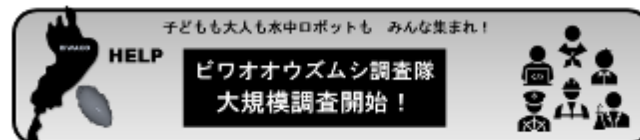
カバーデザイン



裏面の説明

ビワオオウズムシの生息大規模調査！！

琵琶湖の生態系を保全するプロジェクト
(海と日本2021)



琵琶湖の固有種「ビワオオウズムシ」。
絶滅が危惧される貴重な水生生物です。2019年3月に琵琶湖の全循環がストップ
してから、ビワオオウズムシが確認できない日々が続いています。
ビワオオウズムシは、近年の地球温暖化による湖沼環境の急激な変化の直撃を
受けている可能性があり、このままでは琵琶湖の湖底から姿を消すかも知れませ
ん。そこで、自律型水中ロボット（AUV）を3台同時に用いて琵琶湖の湖底を調
査することにしました。
私たちは、琵琶湖の小さなビワオオウズムシを見つめることが、地域の生態系
を保全することに繋がると信じています。

企画・製作 びわ湖トラスト

編集 辻 英人 マスバイオラボ

ナレーション 三宅 朋子

協力 海上技術安全研究所
学校法人立命館大学
いであ株式会社
右衛門社レイクタイピング
公益財団法人日本財団
JSTジュニアドクター養成塾 愛媛牛



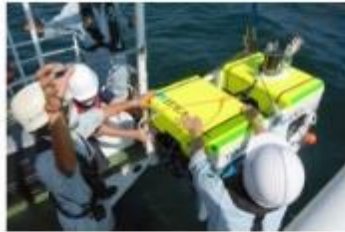
6. 新聞記事

朝日新聞
DIGITAL

琵琶湖に迫る温暖化の危機 ビワオオウズムシはどこに

会員記事

杉浦奈実 2021年8月26日 8時30分



琵琶湖から回収される水中ロボット=滋賀県高島市沖



世界中で琵琶湖にしかない「ビワオオウズムシ」は無事か——。絶滅が心配されている生き物を探そうと、水中ロボット3台を使った調査がこの夏あった。水中カメラに映し出されたのは、気候変動（温暖化）による湖そのものの変化だった。

ビワオオウズムシは、体を切ってもそれぞれが小さな個体に再生することで知られるプランナリアの仲間だ。この仲間としては日本最大で、体長5センチほど。薄い赤色で、琵琶湖の湖底にすむ固有種だ。環境省のレッドリストで絶滅危惧1類に分類されている。

7月下旬、認定NPO法人「びわ湖トラスト」の調査船「はっけん号」の船上で、水中ロボットが撮った動画を確認していた佐藤瑞乃さん（高2）が、湖底のピンクがかった塊を見て声を弾ませた。「良かった、いたんだ」

佐藤さんは、びわ湖トラストが開く研究者育成講座「ジュニアドクター育成塾」に、2018年から妹の爽音さん（高1）と共に参加し、ビワオオウズムシの生態などについて調べている。

異変が起きたのは、昨年だった。それまでは船のアンカーなどに自然にくっついてきたものを捕まえて調べてきたが、見られなくなった。20年3月にわなを仕掛けて採れたのを最後に約1年間、全く捕まらなかった。今年3月になって、ようやく3匹を捕まえることができた。

びわ湖トラストが01～12年に調査をした際の湖底の写真には、30センチ×40センチの長方形の中に、20匹ほどのビワオオウズムシが映っていた。

今回の調査では、5日間にわたって琵琶湖の各所で水中ロボットを使い、湖底の画像を3万枚近く撮影した。網羅的に写したことで姿を確認できた可能性がある。

詳しい解析はこれからだが、長年琵琶湖を研究してきたびわ湖トラスト事務局長で、立命館大の熊谷道夫客員教授は今回の画像を見て「かつての調査と比べて少ない」と話す。佐藤さんは「このくらい大規模に調査しないと見つからないんだと実感した」。

熊谷さん、佐藤さんが個体数減の理由と疑っているのは、湖底の酸素不足と高水温だ。いずれも、背景にあるのは、気候変動だと考えられている。

20年の末から21年はじめにかけて、湖底の酸素濃度が、ほぼゼロにまで落ち込んだ。19、20年はいずれも「琵琶湖の深呼吸」が見られなかったからだ。今年2月には3年ぶりに「深呼吸」が確認されたが、それでも酸素濃度が完全に回復したわけではない。

琵琶湖は冬になると、酸素を多く含んだ湖面近くの水が沈み、湖底の水を押し上げて混ざり合う。湖面近くの水が雲解け水などで冷え、重くなるためだ。「琵琶湖の深呼吸」「全層循環」と呼ばれるが、近年は湖面近くの水が十分冷えず、起きなくなってきた。

冷たく安定していた湖底の水温も、年を経るごとに上がってきている。1960年代には6～7度ほどだったが、20年には9度以上だった。

ビワオオウズムシは水温8度ぐらいを好むとされ、かつては水深30メートル付近でも見られた。今や、水深約100メートルの最深部でも水温が上がり、ビワオオウズムシの「逃げ場」は無くなっている。

佐藤さんは、「ビワオオウズムシを通じて環境の微細な変化に気づくことができる。象徴みたいな感じ」と表現する。調査結果は詳しく分析し、論文にまとめる予定だ。ビワオオウズムシや琵琶湖にすむ他の魚についてDNAを使った研究もしており、今後、水に含まれたDNA（環境DNA）を使ったビワオオウズムシのモニタリングなども進めるといふ。

熊谷さんは「固有種と琵琶湖は一体のもの。40万年とも100万年とも言われる琵琶湖の歴史を反映しており、取るに足りないものと考えすることはできない。ビワオオウズムシさえ守れずに、大きな資産を守れるわけがないじゃないですか」と話した。（杉浦奈実）