

潜水器漁業の事故防止に向けて

“あなたの潜水器材は大丈夫！？”

運輸安全委員会事務局地方事務所による分析（那覇事務所）

令和4（2022）年8月発行



写真提供：沖縄県もずく養殖業振興協議会

1. はじめに

令和2年に沖縄県内で潜水器材を使用した漁業*1（以下「潜水器漁業」）に従事中の漁業関係者の死亡事故が相次いで発生し、3人の方が亡くなっています。当委員会が公表した調査報告書では、いずれも空気圧縮機等の潜水業務に要する設備の点検及び保守整備の不足によって潜水作業者が溺水に至ったことが原因と考えられることから、同設備の定期的なメンテナンスが重要であるとの再発防止策を提言しました。

これまでに当事務所が調査した潜水器漁業における事故8件のうち7件が死亡事故であり、人の死亡という重大な結果につながる可能性が高いことから、本分析集は、同種事故の再発防止を呼び掛けるため、潜水器漁業に関する船上設備、事故事例等を提示し、その事故防止対策をまとめました。



潜水器漁業に従事される方、関係者の皆様におかれましては、是非ともご一読ください。

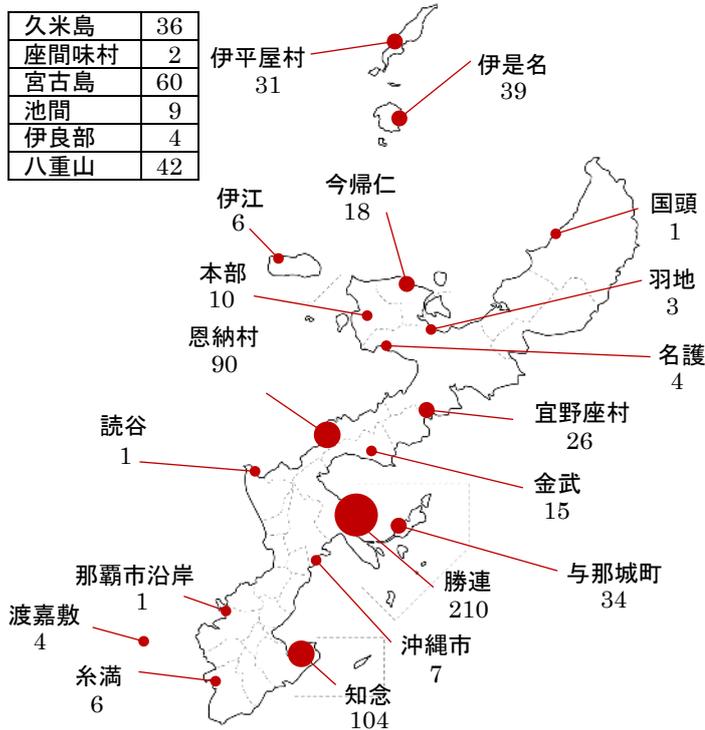
*1 本分析集における「潜水器漁業」とは、潜水器材の使用による刺突漁業のほか、モズクの養殖、魚介類の養殖等において潜水器を使用する漁業を含めたものをいいます。

2. 沖縄県における潜水器漁業

(1) 潜水器漁業の現状

沖縄の漁業は、熱帯の特性を持つ海域において、他県とは異なる漁業が営まれており、その中の一つに‘潜水器漁業’があります。沖縄県内では1,600人以上の方が潜水器漁業の許可を受け（令和4年4月末現在）、同漁業に従事しています。

潜水器漁業では、沿岸域におけるサンゴ礁において、電灯潜り漁という、夜、水中ライトを頼りに寝ている魚、貝、イカ、タコ、伊勢エビを潜って獲る刺突漁業（もり等で突き刺して獲る漁法）が有名です。そのほか、沖縄県全域で行われているモズクの養殖、車エビの養殖場の清掃等においても潜水器を使用した漁業が行われています。



令和3年の本モズク養殖に関する漁協ごとの従事者数（人）

データ提供：沖縄県もずく養殖業振興協議会



潜水器を使用したモズクの採集

写真提供：勝連漁業協同組合

(2) 潜水器漁業で使用する設備

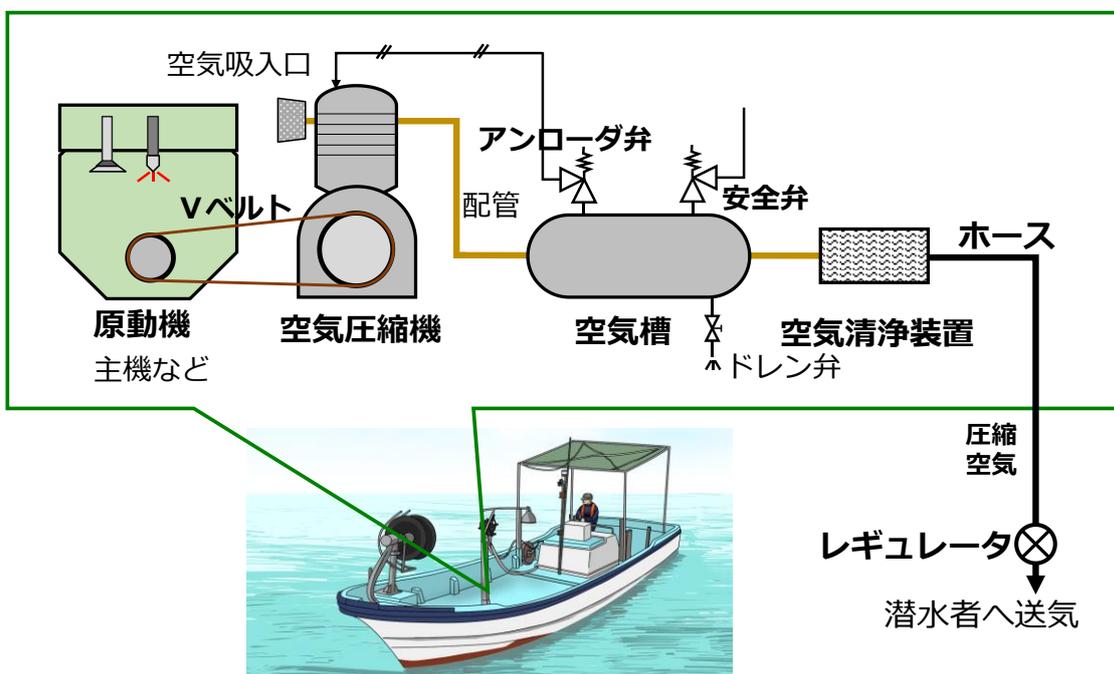
潜水方法は、水中での呼吸の確保に必要な設備によって分類すると、潜水作業者が携行する空気ボンベから給気を受ける「自給気式潜水」（スクーバ）と、空気圧縮機（コンプレッサー）などにより圧縮された空気を船上からホースを介して潜水作業者に送気する「送気式潜水」に大別されます。（参考資料：潜水土テキスト（中央労働災害防止協会発行））

自給気式潜水は、マリンレジャーにおいてよく知られているスクーバダイビングと共通するところですが、機動性に優れている反面、携行する空気ボンベの容量に限りがあり、長時間の潜水には不向きです。

沖縄県では、船舶に設備した器材を使用した送気式潜水による漁法（いわゆる「フーカー漁」）が多く行われており、連続した潜水業務が行えるメリットがあります。

フーカー漁で用いる船上設備（以下「送気式潜水器材」）は、概ね下図のような構成となっています。船の主機や専用の原動機の動力が、Vベルトを介して**空気圧縮機を駆動**し、送り出される圧縮空気が、配管を通して空気槽に充填され、油分や臭気などを取り除く空気清浄装置を経由した後、海中まで延びるホースにより潜水作業者に送られる仕組みとなっています。アンローダ弁は、空気槽が充填されて空気圧力が設定値に達すると自動で開となり、空気圧縮機の吸入側に空気を送って吸入弁を開放し、同機を無圧縮として過運転を防止します。また、アンローダ弁がない場合、空気槽付きの安全弁が噴気してダンプ弁の役割をする仕組みとなります。

送気式潜水器材の一般的な構成



潜水器漁業に従事する漁船

空気圧縮機等を格納する容器



次の第3章では、事象例等を示し、送気式潜水器材の不具合が原因で事故に至った状況や再発防止策について説明します。

3. 事故事例

事例1 令和2年10月26日 沖縄県糸満市喜屋武岬沖で発生

概要：漁船（0.9トン）は、船長が船上で操船に当たり、甲板員2人が潜水漁を行っていた際、甲板員2人が急性一酸化炭素中毒となり溺死した。

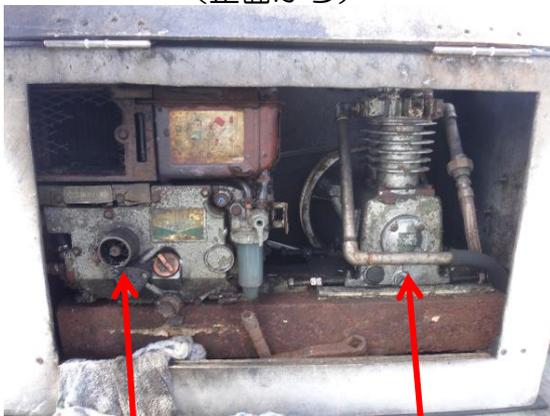
報告書掲載先 https://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2021/MA2021-12-33_2020nh0042.pdf



潜水設備の状況

本船は、空気圧縮機が原動機によって駆動され、圧縮された空気が金属製の配管を通して空気槽に送られた後、空気清浄装置を経由して潜水作業者に送気されるしくみとなっていた。

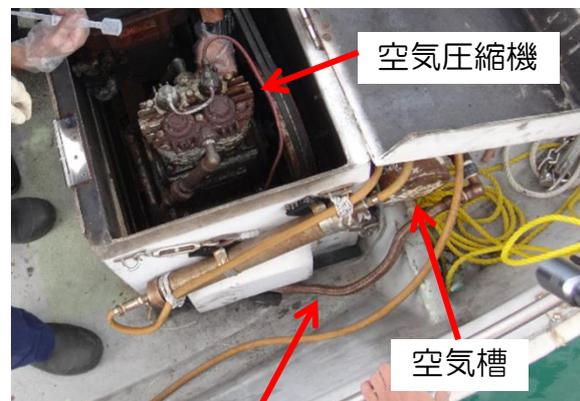
(正面から)



原動機

空気圧縮機

(上から)



空気圧縮機

空気槽

金属製の配管
(空気圧縮機～空気槽をつなぐ)

事故後の作動試験の結果

- ① 空気槽内の気体から一酸化炭素が検出
- ② 空気圧縮機の**自動アンローダ**(※)が故障
- ③ 空気圧縮機の作動中に金属製の配管から発火
- ④ 同配管内に炭化物が堆積していた

(※)空気圧縮機が設定圧力に達したとき、自動的に無負荷運転を行い、過度な圧力上昇を防ぐ装置



配管内に堆積した炭化物

定期的なメンテナンスが必要なんですね

メンテナンスの状況

- ① 配管内の清掃を行ったことがなかった。
- ② 自動アンローダが故障し、ふだんから空気圧縮機が過熱する状態だったが、空気槽の安全弁が作動していたので修理しないまま使用していた。
- ③ 空気圧縮機の実用説明書を確認したことがなく、メーカー等に整備を依頼したこともなかった。

空気圧縮機における炭化物堆積のメカニズム

圧縮室内部では、潤滑油がミスト化された状態で高温、高圧にさらされます。これにより潤滑油の酸化、分解が起こり、炭化物が生成されやすくなっています。

その炭化物はオイルセパレーターや配管内部に堆積します。



潤滑油の炭化物

炭化物が堆積すると…

酸化反応熱



潤滑油の炭化物

堆積した炭化物に圧縮空気中の油分が浸み込み、化学反応を起こします。その反応熱が炭化物内に蓄積されていきます。

これが悪化すると…

噴霧化した油分



圧縮空気内の噴霧化した油分が蓄積された熱で、発火を起こすこともあります。

出典：「メンテナンスのすすめ」空気圧縮機“安全と省エネ”のために
(一般社団法人日本産業機械工業会)

事故の要因

- ① 空気圧縮機の自動アンローダが故障し、ふだんから過熱した状態で使用されていたので、潤滑油の酸化・分解により炭化物が生成されやすくなっていた。
- ② 配管内の清掃が行われず、長期間の使用を続けるうちに配管内に炭化物が堆積した。
- ③ 空気圧縮機内の噴霧化した潤滑油が、配管内に堆積した炭化物に蓄積された熱により発火して不完全燃焼し、一酸化炭素が発生した。
- ④ 一酸化炭素が混入した気体が潜水作業者に送られ、急性一酸化炭素中毒となり溺死した。

再発防止策

- ◆空気圧縮機の配管内の炭化物を定期的に取り除くこと。
- ◆自動アンローダが故障した状態で使用しないこと。
- ◆取扱説明書に従って定期的に保守・点検を行うとともに、メーカー等に点検・修理を依頼すること。



器材の状態について、一度メーカーや販売店に相談してみましょう！



事例2 令和2年7月13日 沖縄県うるま市浮原島南岸付近で発生

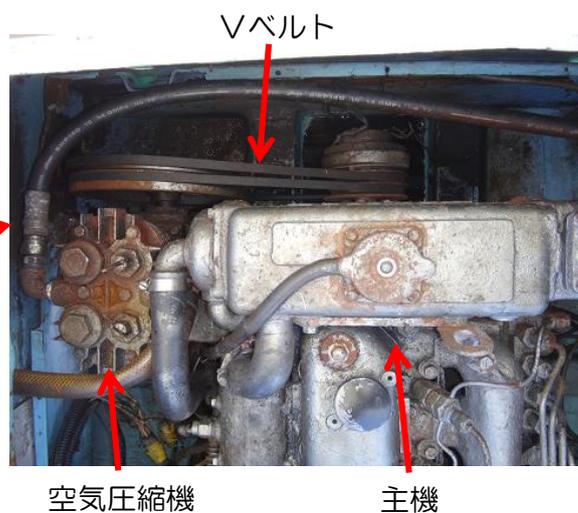
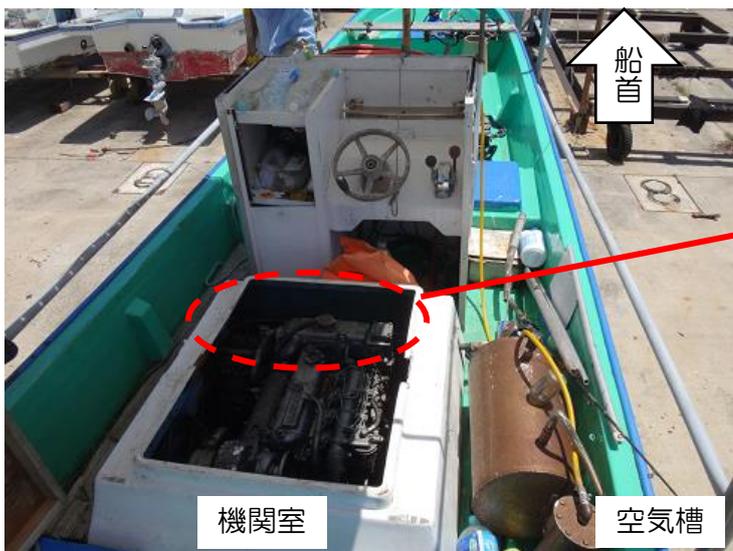
概要：漁船（1.73トン）は、船長が1人で乗り組み、潜水漁に従事していたが、船長が海面にうつ伏せの状態で見られ、溺死と検案された。



報告書掲載先 https://www.mlit.go.jp/jtsb/ship/rep-acci/2021/MA2021-3-41_2020nh0032.pdf

潜水設備の状況

本船は、機関室内の主機の横に設置された空気圧縮機が、Vベルトを介して主機動力により駆動され、空気槽、空気清浄装置を経由して潜水作業者に送気されるしくみとなっていた。



事故の要因

事故後の作動試験において、Vベルトの張りが不足しており、Vベルトが滑って主機の動力が伝わらず、空気圧縮機が始動及び停止を繰り返す状態となっていることが確認された。



空気圧縮機からの送気が正常に行われず、船長が本船に上がろうとした際、溺水した可能性

再発防止策

- ◆空気圧縮機を駆動するVベルトの張り具合等を確認し、空気圧縮機が正常に作動することを確認すること。
- ◆潜水漁を行う際は、できるだけ複数人で行うことが望ましい。

4. 潜水器材の取扱い上の注意事項

送気式潜水器材の取扱い上の注意事項には、次のようなものがあり、環境面と運転面に分けて、起こり得る不具合を考えてみます。

① 環境面

器材の環境面では、海上で、潮風に晒され、太陽光を浴びることを踏まえると、機器の金属部分には発錆が、ゴム製及びプラスチック製品の部品には劣化が、進むこととなり、次第に強度が低下することを容易に予想できます。

空気圧縮機、マスク、圧力調整器等の器材は、直射日光や海水にできるだけ当たらないよう、囲われたケースの中に保管し、使用後には真水で洗浄することが重要です。



② 運転面

(a) 圧縮空気に含まれる油分の除去

油潤滑式の空気圧縮機では、送気する圧縮空気に油分が含まれることがあります。

これを防ぐには空気圧縮機の油リングの役割が重要であり、潜水業務中にマスクが油分で曇ったり、呼気に異臭や油分を感じたりしたら、油リングの不具合が疑われます。

油分を含んだ送気続けると、潜水作業者の健康を害するほか、空気清浄装置フィルタやホースの汚損が早まったり、‘3. 事故事例’のように油分が燃焼し、炭化物となって送気の汚損につながったりすることにもなります。

空気圧縮機の可動部や摺動部は、定期的^きに開放して内部点検を行い、ピストンリング（圧力リング、油リング）を交換することが必要です。

(b) 空気清浄装置の機能維持

空気圧縮機により潜水作業者に送気する場合には、送気する空気を清浄にするための装置を設けなければなりません。**空気清浄装置のフィルタは、油除去や臭気除去の役割があり、内部に充填された洗浄材（活性炭等）が劣化するので定期的^きに交換することが必要です。**

(c) 送気のドレン除去

空気を圧縮すると、ドレンといって圧縮空気中の水分が凝縮して液化したものが発生します。送気中のドレンは、空気槽付きのドレン弁を開として排出します。

このドレンは、機器の構成部品や金属配管を錆びさせたり、空気中や配管系統の不純物と混じり合^さって、空気圧縮機の構成部品やアンローダ弁等にスケール（水垢等）が付着したりするので、定期的^きに排出することが必要です。

発錆及びスケールの付着は、可動部分に固着や作動不良、弁の漏洩が起こるなど、機器運転の不具合を起こす要因となります。3ページの図に示す送気式潜水器材では、アンローダ弁が作動不良となると、次のような事象が発生する可能性があります。

(ア) 閉弁しない場合

空気圧縮機の吸入弁が開のままとなり、同機が無圧縮状態となって圧縮空気を送れず、空気槽の充気ができなくなります。

(イ) 開弁しない場合

アンローダ弁は、噴気圧力が安全弁の設定値よりも低く設定され、空気圧縮機の過負荷運転を防止します。アンローダ機構が作動しない場合、圧縮空気が充気したままとなり、空気圧縮機及び原動機が過負荷運転となって過熱する要因となります。

(d) 空気圧縮機の過熱防止

空気圧縮機が過熱した状態で運転が続くと、ガスケット等のシール材が硬化して圧縮空気の漏洩、油潤滑式の場合には潤滑油の劣化の進行、ひどい場合には可動部及び摺動部が極端に摩損したり、焼き付いたりする原因となります。

空気圧縮機は、ほとんどが空冷式のものが搭載されているので、空気の流れを阻害するような設置方法を避ける必要があります。

(e) その他

その他日常的な事項として、**空気圧縮機の潤滑油の交換、Vベルトの張り調整及び割れがあるようならば交換、エアフィルタ（吸入口）の清掃・交換、ボルト・ナット等にゆるみがないかを点検し、メンテナンスすることが必要です。**

また、**空気槽の安全弁は、圧縮空気配管系統の過圧防止を避けるため、設定圧力に達したときに適切に作動しなければなりません。日頃から作動確認を行い、要すれば、設定圧力の調整を行うことが必要です。**

**取扱説明書の手順に従って
定期的な点検・整備をお願いします！**



 **運輸安全委員会事務局那覇事務所**

〒900-0001 沖縄県那覇市港町 2-11-1
那覇港湾合同庁舎 8 階

Tel: 098-868-9335

URL <https://www.mlit.go.jp/jtsb/>

運輸安全委員会インターネットサービス

船舶事故ハザードマップ

検索 

<https://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap>

小型船舶機関故障検索システム

検索 

https://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/s_etss