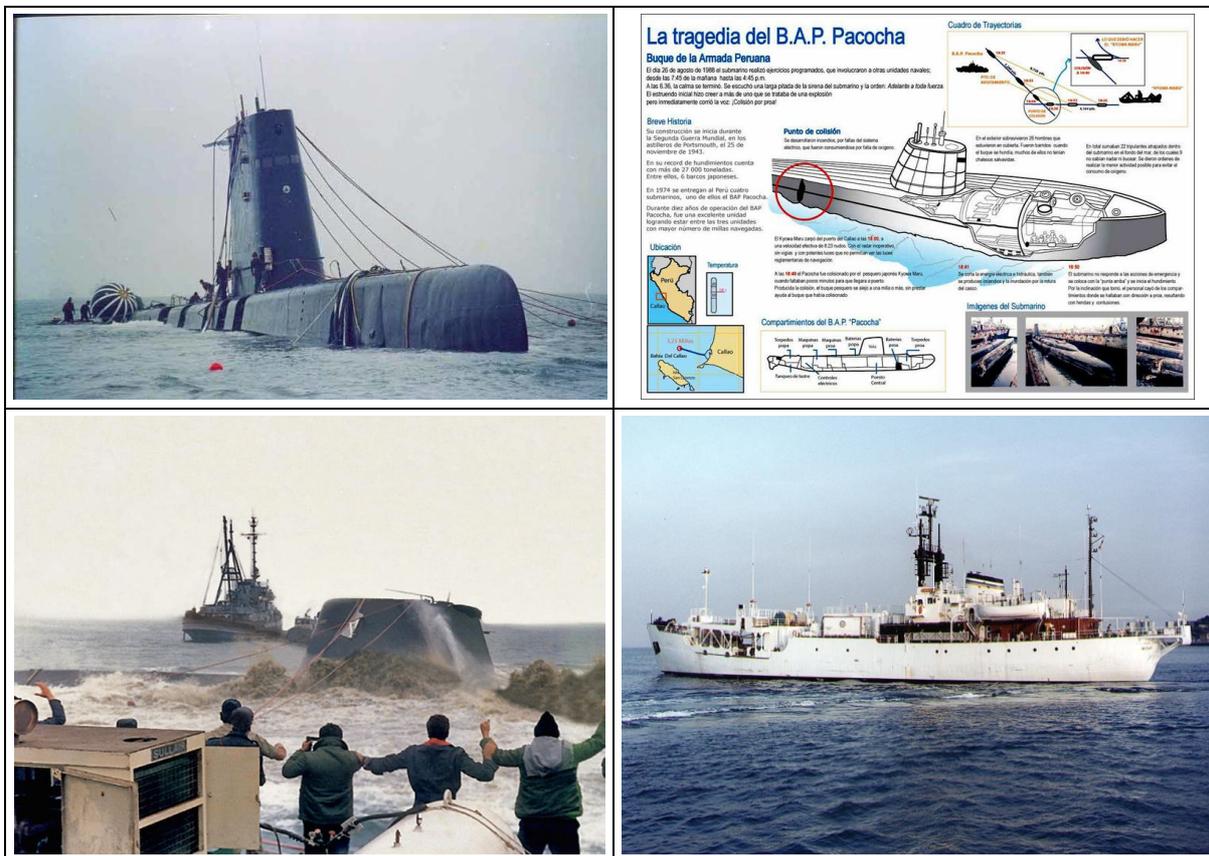


Marine Salvage 記事 04 : BAP Pacocha (SS - 48) vs FV Kiowa Maru (1988.08.26)

陳彥宏*



一、事故背景與初期應變

- 二船基本資料：

- BAP Pacocha (SS - 48)：Balao 級潛艦，前身為美國海軍的 USS Atule (SS - 403)，經 GUPPY IA (Greater Underwater Propulsion Power Program) 柴電潛艦現代化。主要尺度：全長約 93.75 m、型寬 8.33 m、設計吃水 5.2m；10

* 陳彥宏 Solomon CHEN，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士，台灣海事安全與保安研究會理事長，新台灣國策智庫諮詢委員，國家運輸安全調查委員會諮詢委員，海洋委員會海巡艦隊分署海損評議審查會委員，海事仲裁人。曾任教於臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院國家港埠與航運中心、高雄海洋科技大學。曾客座於上海交通大學凱原法學院國際海事研究中心、廈門大學南海研究、澳大利亞海事學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

門 533 mm 魚雷管(艙 6/艙 4)，乘員約 79 - 84 人(軍官約 10，士官兵 69 - 74)。

- **Kyowa (Kiowa) Maru**：日本籍鮪釣船。文獻對噸位有兩種說法，412 噸(美海軍醫研報告)與約 623 噸(俄文技術史料)，主尺度約 49.65×8.70×3.85 m。兩者皆指其艙部為「破冰/撞擊型(ice - breaking)」鼻艙，有水下突出結構。
- **碰撞與沉沒**：於 1988 年 8 月 26 日晚間 6 點 50 分，在返回秘魯 Callao 港的水面航行途中，距 Callao 入港約 10 分鐘時，艙左側遭 Kyowa (Kiowa) Maru 以帶水下突角的撞擊艙自左後方近 80°夾角撞擊；艦內未及鳴碰撞警報，水密門亦尚未全關。18:47 - 18:50 後在五分鐘內坐沉於 42 m (約 140ft)水深海底，艙上仰 9 - 15°。
- **碰撞發生後，潛艇指揮官 Daniel Nieva Rodríguez 立即下達警報，並試圖關閉駕駛台通道艙口。同時，艇內部分人員也試圖關閉艙室水密門。部分船員在潛艇沉沒前成功逃離。然而，由於事發突然，潛艇內部分艙門在撞擊時仍處於開啟狀態，導致海水迅速湧入。在沉沒過程中，指揮官、一名中尉及兩名士兵在進水艙室內喪生。另有 3 名船員在隨後落海的四小時內因失溫而死亡。總計共有 8 名船員在這次事故中罹難。**
- **初步自救與艙內管制**：艙內人員移至艙魚雷艙 - 艙電瓶艙 - 中央控制室三艙帶，投放氫氧化鋰(LiOH)氣瓶吸收 CO₂ ($2LiOH(s) + CO_2(g) \Rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(l)$)、少量補充氧氣，並在 20:30 釋放信號浮標、21:50/21:20 發射紅色訊號彈，以示艙內仍有人存活。
- **水面啟動搜救**：秘魯海軍 20:02 啟動「潛艦緊急計畫」，派出潛艦/拖船/浮吊與多艘小艇與潛水員；午夜後首批潛水員沿著信號浮標索下潛定位艦體，叩擊艙殼建立聲響回應。
- **危險的通風/補氣嘗試**：水面端嘗試經「救難高/低壓空氣接頭」向艙內送風，因臨時接法與導管充水，幾乎造成把艙內壓力推升至外部靜水壓(深 42 m ≈ 4.3 ata)，所幸艙內立即關斷閥件，避免釀成致命減壓病風險。
- **艙內壓力與氣氛惡化**：至翌日 09:50，艙內空氣壓力約 1.7 kg/cm² (≈24 psi ≈ 54 fswg)，CO₂上升、照明衰退，指揮官(艙內最高階 Lt. Cotrina)請示後獲授權「依情況自行判斷」是否啟動逃生。

二、救撈決策與爭議

- 在潛艇沉沒後，有 23 名船員被困在前魚雷艙。秘魯海軍立即發出救援與救撈潛水員的動員令。在接下來的 20 個小時裡，救援人員與被困船員保持聯繫。儘管美國海軍一種鐘罩型的救援艙的「麥肯救援系統」(McCan rescue system) 被啟動並前往支援，但最終在得知潛艇內空氣狀況惡化後，救援計畫被迫取消。
- 等待美軍「模組化的潛艦救援系統」套件(Submarine Rescue Fly - Away Kit)或即刻脫困？秘魯方 00:40 向美方請援，03:50 得覆將調派「救援鐘/DSRV 飛行套件」抵達，但抵達時點屢次順延；艙內 CO₂與壓力上升，使「等待外援」與「立即以個人裝備逃生」產生張力。最終採先行脫困方案。
 - Submarine Rescue Fly - Away Kit 包括：
 - ◆ 潛艦救援艙 (Rescue Chamber) 或 DSRV (Deep Submergence Rescue Vehicle) 的接口模組。
 - ◆ 潛水支持系統：高/低壓空氣管路、混合氣供應系統、潛水臍帶與通信。
 - ◆ 加壓/再壓治療艙 (Recompression Chamber)。
 - ◆ 升沉補償吊放裝置（讓救援艙或救援鐘在波浪中能平穩接近沉艦艙口）。
 - ◆ 電力/通信控制站。
- 救難通風作業風險認知不足：臨時製作接頭、以潛水臍帶管替代專用救難軟管，導致「水柱壓」與「艙內過壓」風險評估不足，這在事後檢討被列為教訓。

三、救撈與清理作業

- 這起事故的救援作業主要集中在被困船員的營救上。在潛艇沉入水下約 43 公尺的深度後，空氣壓力逐漸升高，這使得被困在前魚雷艙的船員得以在水下

壓力與潛艇內部氣體共同作用下，從魚雷管中逃生。救援人員將魚雷管內部壓力與外部壓力平衡後，讓船員能進行浮力上升。

- 分批「浮力上升」脫困：艙內 22 人編成 6 組，使用 Steinke Hood 由艙魚雷艙逃生艙室分批上浮；期間曾遇外艙蓋「犬栓」阻礙致艙門暫卡，由潛水員外部清除後續行順。
- 醫療與再壓治療：多名逃生者出現減壓病(DCS)與動脈氣栓(AGE)症狀，於岸上與海上再壓艙分流處置；至少 1 人(OM2 Carlos Grande Rengifo)在再壓過程中死亡。美國海軍潛醫團隊於 1989 年赴秘魯共同檢討流程、治療與教訓。
- 落水人員拯救：碰撞後立即落水者有 23 人被救起，但 3 人因低溫失溫死亡。

四、殘骸拆解

- 救撈時間軸：Pacocha 留底後由秘魯海軍主導長期救撈整備；1989 - 07 - 23 完成再浮，先以移除積水、暫堵破口(含混凝土封堵)方式回復穩度，翌晨拖帶返港並入塢；約 11 個月的救撈作業告終。此後不再復役，作為備料艦拆解汰除。

五、關鍵技術與挑戰

- 這次事故最大的技術與挑戰在於對被困人員的救援。被困在前魚雷艙的船員在逃生前暴露在逐漸增加的壓力下長達 20 多個小時。這種情況導致他們在逃生後出現嚴重的減壓病和氣體栓塞。
- 此外，由於潛艇內部的空氣逐漸受到污染，迫使船員撤退至前魚雷艙。面對艙內氣壓升高和缺氧的雙重威脅，船員最終採取了「浮力上升」的方式進行逃生。這項技術要求潛水員在沒有救援船的幫助下，透過自身浮力上升到水面，而這在當時是一個極具挑戰性的決定。
- 艙內壓力/氣氛管理：臨時送風管路若未先排水，會把艙內壓力「推到」外部靜水壓；即便成功通風，壓力驟降亦可能導致集體 DCS。LiOH 鋪設位置(應置下層鋪位、非上層)與藥劑新鮮度亦大幅影響 CO₂去除效率。
- 個人逃生系統：Steinke Hood 浮力上升在 40 - 50 m 等深度可行，但前提是正確操作逃生艙、管制上升速率並迅速銜接再壓；其設計理念與限制、與英國式 SEIS 系統的差異，均影響後續各國訓練政策。

- 救援體系連結：本案凸顯本土救難資源的最後一哩(專用軟管、接頭、通話設備與水面再壓艙)與遠端飛行救援套件之間的節點風險；事後報告特別把「救難高/低壓接頭流程」與「壓力門檻(23 fswg 安全逃生上限)」等納入教訓。

六、成果與影響

- 這起事故對潛艇救援和海事醫療領域產生了深遠的影響。事故發生後，秘魯海軍邀請美國海軍團隊對整個救援與醫療過程進行審查。該審查報告詳細記錄了對生還者的醫療處理，特別是減壓治療。這次事件不僅突顯了潛艇逃生訓練和設備的重要性，也為海事安全法規和應急響應的改進提供了寶貴的經驗教訓。這起案例證明，在適當的條件下，透過「浮力上升」進行的救援是可行的，同時也強調了潛水醫學在潛艇救援行動中的關鍵作用。
- 人員結果：綜合媒體與官方醫研回顧，8 人罹難(碰撞/沉沒時 4 人、落水失溫 3 人、再壓治療 1 人)，其餘脫困者多數因 DCS/AGE 接受治療後存活。
- 程序與訓練精進：美海軍潛醫 SP89 - 1 報告針對逃生艙操作、艙內氣氛監測、救難送風接頭、再壓艙可近性等提出多項建議；亦被後續綜述文獻引用，作為「個人逃生 vs 加壓救援」決策的典型案例。
- 裝備/資產處置：艦體成功再浮後入塢，不復役、拆解作備料，技術上屬「救撈 - 淨空 - 資產回收」路徑的收束(representing the culmination of the salvage - clearance - asset recovery pathway.)。