



108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

# 水下噪音對海洋動物的影響



# 海洋中的人為水下噪音

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

## ■ 海上人為活動會產生高強度的水下噪音，影響海洋動物的行為、棲地以及生理

- 打樁工程
- 船舶活動
- 地震勘探
- 水下爆破
- 鑽探工程
- 主動式聲納





# 鯨豚與水下聲學

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 鯨豚相當依賴聽覺感官，因為水下能見度差而限縮了海洋生物的視覺能力
- 鯨豚發聲的功能包含溝通、社交、攝食、導航定位等
  - 鯨豚發出哨叫聲(whistle)、低吟聲(moan)、歌(song)等多種聲音
  - 齒鯨發出咯噠聲(click)，利用聲波的反射進行回聲定位

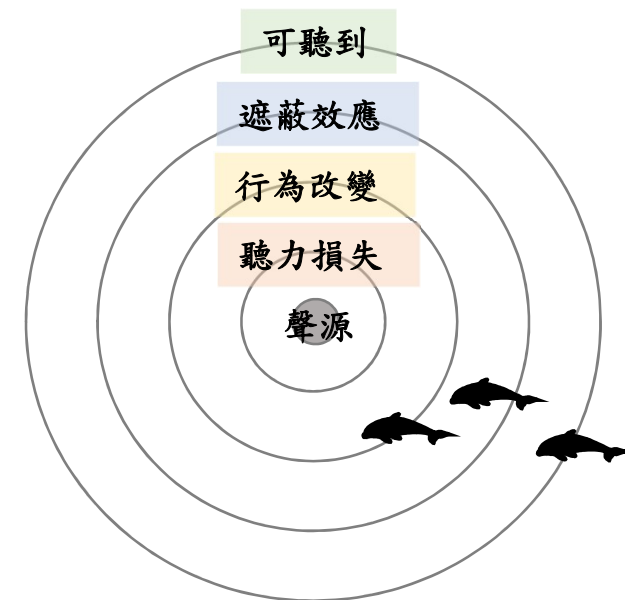




# 水下噪音對鯨豚的影響

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 聽力損失
  - 暫時性、永久性聽力損失
- 行為改變
  - 迴避反應、改變發聲行為
- 遮蔽效應(Masking)
- 可聽到 (Audibility)
- 鯨豚擱淺
- 長期暴露導致生理性影響
- 其他間接影響



資料來源：Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I., & Thomson, D. H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press



# 噪音影響-鯨豚擱淺

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 水下噪音可能影響深潛型的鯨豚
- 喙鯨群體擱淺的案例與中低頻聲納有關
  - 希臘(1996)，柯氏喙鯨
  - 巴哈馬(2000)，喙鯨、小鬚鯨、斑點海豚
  - 加那利群島(2002, 2004)，喙鯨



# 噪音影響-可聽到

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

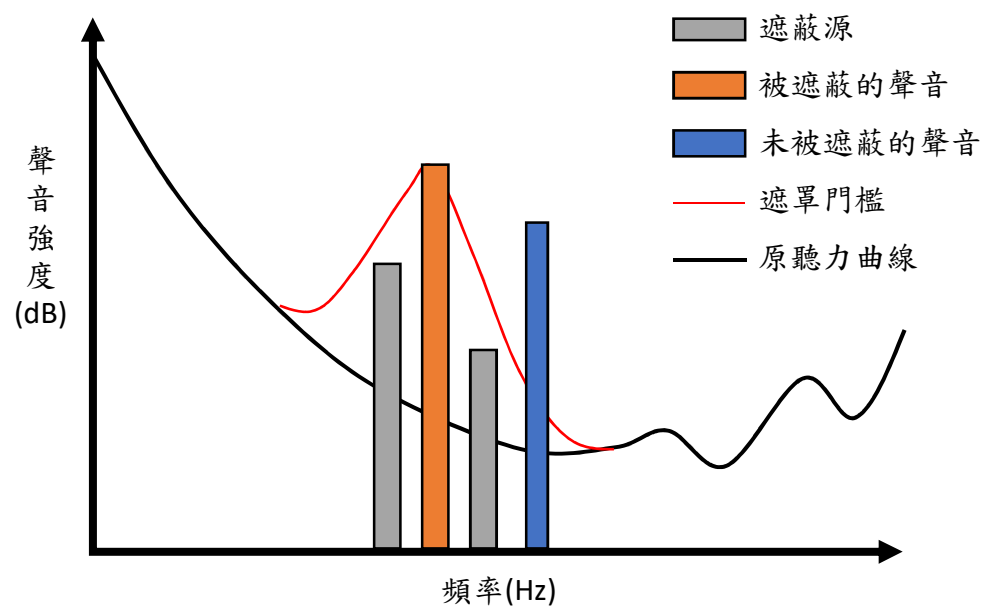
- 長期暴露在噪音中可能會影響體內激素的分泌(免疫或壓力荷爾蒙)，使個體的生理機能受到影響
- 其他海洋生物(如魚類)也會受到水下噪音影響，間接影響整個食物鏈



# 噪音影響-遮蔽效應

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 噪音遮蔽鯨豚發出的聲音
- 聲音的有效溝通距離變短
- 遮蔽效應下，鯨豚可能會改變發聲





# 噪音影響-行為改變

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

## ■ 海上行為改變

- 迴避反應 (較容易觀察)
- 換氣次數
- 水面/水下活動時間
- 下潛行為

## ■ 鯨豚發聲的改變

- 發聲振幅增加
- 次數降低
- 頻率改變

■ 行為改變可能會影響到求偶交配、生育、攝食，  
長期下來影響到族群分布或是生存率

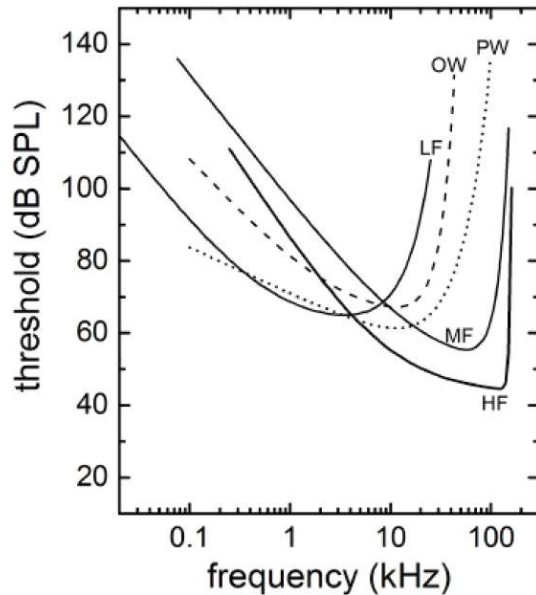




# 鯨豚的聽力範圍

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
 相關內容請逕依最新研究或規定調整

聽力曲線 (Audiogram)



資料來源：Southall et al. 2007

聽力分類	估計聽力範圍	種類
低頻鯨豚 (LF)	7 Hz - 35 kHz	鬚鯨亞目
中頻鯨豚 (MF)	150 Hz - 160 kHz	抹香鯨、喙鯨 大部分海豚科
高頻鯨豚 (HF)	275 Hz - 160 kHz	鼠海豚、淡水豚 小抹香鯨科

資料來源：NOAA 2018

1. Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene Jr, C. R., ... & Richardson, W. J. (2007). Marine mammal noise-exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4)
2. National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.



# 噪音影響-聽力損失

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 暴露在高強度的噪音中會導致暫時性/永久性的聽力閾值上升
  - 暫時性聽力閾值損失(Temporary Threshold Shift, TTS)
  - 永久性聽力閾值損失(Permanent Threshold Shift, PTS)
- 閾值變化取決於聲源的頻率、強度大小，以及受體暴露於聲源的時間長度



## 暫時性聽力閾值損失(Temporary threshold shift, TTS)

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

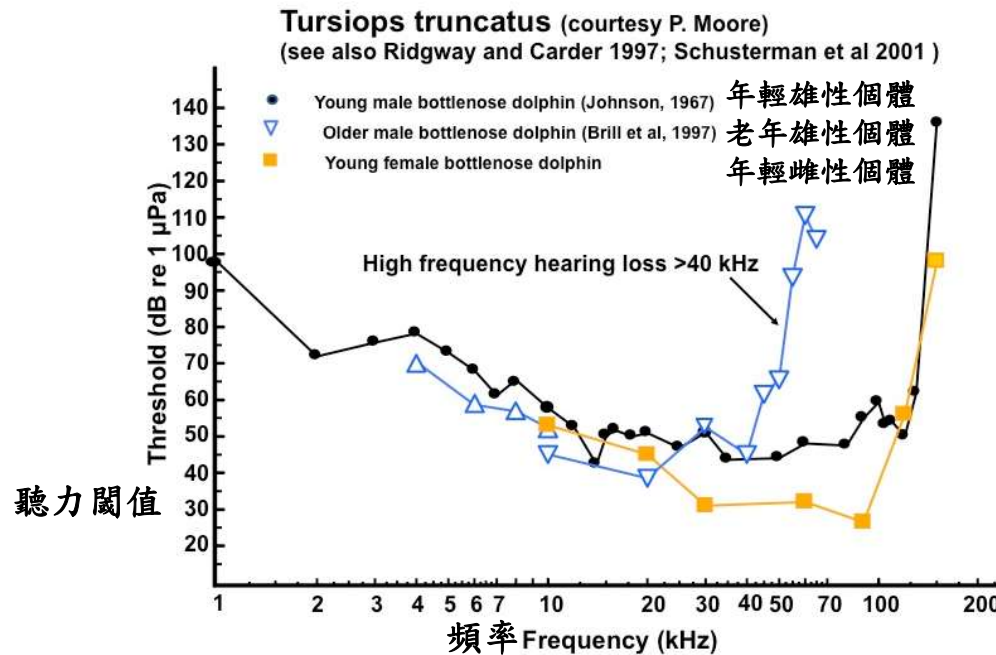
- 暴露在噪音中會導致聽力閾值上升，導致聽力下降
- 過一段時間後聽力閾值會恢復原狀



# 永久性聽力閾值損失(Permanent threshold shift, PTS)

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 長時間的暫時性聽力損失，或是暴露在高強度的噪音中會導致永久性的聽力閾值上升
- 聽力無法恢復



資料來源：[https://dosits.org/wp-content/uploads/2017/05/TursiopsHearingLoss\\_fromDK.jpg](https://dosits.org/wp-content/uploads/2017/05/TursiopsHearingLoss_fromDK.jpg)



# 聽力損失與噪音暴露標準

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

## PTS常用來當作噪音暴露標準的參考

	PTS Onset* (Received Level)永久性聽力閾值損失門檻	
Hearing Group	Impulsive 脈衝	Non-impulsive 非脈衝
Low-Frequency Cetaceans (LF) 低頻發聲鯨豚	PK: 219 dB SELcum: 183 dB	SELcum: 199 dB
Mid-Frequency Cetaceans (MF) 中頻發聲鯨豚	PK: 230 dB SELcum: 185 dB	SELcum: 198 dB
High-Frequency Cetaceans (HF) 高頻發聲鯨豚	PK: 202 dB SELcum: 155 dB	SELcum: 173 dB
Phocid Pinnipeds (PW) 海豹	PK: 218 dB SELcum: 185 dB	SELcum: 201 dB
Otariid Pinnipeds (OW) 海獅	PK: 232 dB SELcum: 203 dB	SELcum: 219 dB
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dual thresholds (impulse): Use one resulting in largest effect distance (isopleth).</li><li>• SELcum thresholds incorporates weighting function</li></ul>		

資料來源：National Marine Fisheries Service (2018), 知洋科技公司整理(2019)



# 參考資料

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I., & Thomson, D. H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene Jr, C. R., ... & Richardson, W. J. (2007). Marine mammal noise-exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4)
- National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.
- 簡報中的圖片使用創用CC授權之圖片，並以圖示標明授權條件，若無標明圖片來源則為公開版權之圖片