

# 臺灣湖沼沉積物內的矽藻 I—宜蘭大湖

## 一、前言

在運用湖泊沉積物重建古代環境與氣候資料的研究中，矽藻是最常被採用的微化石之一。矽藻為具有矽質細胞壁的真核生物，因此可大量保存在湖積物內。由於不同種類矽藻對環境耐受度有所差異，所以從矽藻群集組成的改變，可以反應出水體狀態的變化(Wang et al., 2013)。藉由多個湖泊內矽藻組成的比較，甚至可以推測古代地震事件與海嘯的紀錄。矽藻與水域環境因子間轉換函數的建立已發展非常成熟，特別是在建立 pH 值與總磷含量轉換函數(Wang, H. Behling, et al., 2014; Wang, Hermann Behling, et al., 2014)。

正確矽藻形態鑑定是重建古氣候最為基本且重要的工作。然而臺灣的矽藻形態研究依然十分缺乏(Wang et al., 2010)。此外，由於過去研究限於儀器，多僅運用光學顯微鏡進行種類鑑定。而近年來電子顯微鏡大量被運用在矽藻的鑑定，由於超微結構上的差異，許多新種與新屬被建立。因此，為提供可信的矽藻分類資料，本計畫預計以光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡作為主要研究工具，進行臺灣湖沼沉積物內矽藻形態分類研究。

由於矽藻為良好的環境代用指標，除了運用在古氣候研究，也常作為環境監控的指標種。因此完善且正確的矽藻形態分類資料庫，有其重要性與需求性。因考量因計畫執行上的可行性，本計畫今年僅預計先以宜蘭低海拔湖泊大湖為研究材料，未來則將逐漸擴展到不同海拔與環境類型的湖泊或沼澤溼地。。

本研究目的以臺灣各地湖泊與沼澤溼地內沉積物，以分年方式進行沉積物探鑽、與萃取沉積物矽藻化石，並製作矽藻永久玻片。所拍攝光學照片與電子顯微鏡照片，則進行量測與種類鑑定與形態描述，藉此建立臺灣地區矽藻資料庫。

## 二、材料方法與方法

材料取自中央研究院的專題計畫，亞洲古環境變遷研究團隊 (Asian Paleo-Environmental Changes group) 於 2007 年鑽取自宜蘭大湖的湖積物 (圖 1)。岩芯 DH-7B 長達 3600 公分，僅上部 135 公分為有機含量較高的深色黏土，因此本研究僅針對上部 135 公分進行分析。

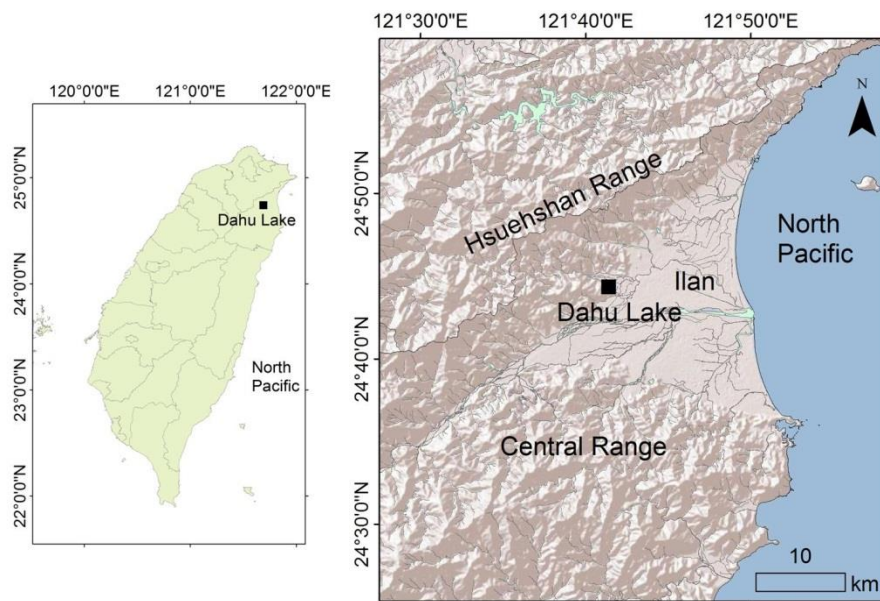


圖 1 宜蘭大湖位置。

矽藻提取分法根據 Wang 的方法 (Wang et al., 2013, 2014a)。將 5 公分間隔的 0.5 克乾重樣本，加入 5 毫升 32% 雙氧水，靜置 1-2 天。反應完成後，離心移除上層廢液，再將矽藻殼片移至 1.5 毫升冷凍小管加蒸餾水保存。

光學永久玻片製作與顯微影影像拍攝過程如下。先取 10 微升的矽藻懸浮液，加 1.5 毫升蒸餾水稀釋後，滴在蓋玻片上，待風乾後以矽藻封片膠 (Mounting Media, Wako) 封片，製成永久片。光學顯微

影像則是利用 Olympus BX50 顯微鏡進行拍攝。

掃描式電子顯微鏡影像拍攝方式如下。先取 10 微升的矽藻懸浮液，滴在貼有雙面碳膠的鋁台於室溫下自然風乾。以 Hitachi E-102 鍍膜機金覆膜後，於中央研究院植物暨微生物學研究所的植物細胞學核心研究室以 FEI QUANTA 200 掃描式電子顯微鏡進行觀察與攝影。

### 三、結果與討論

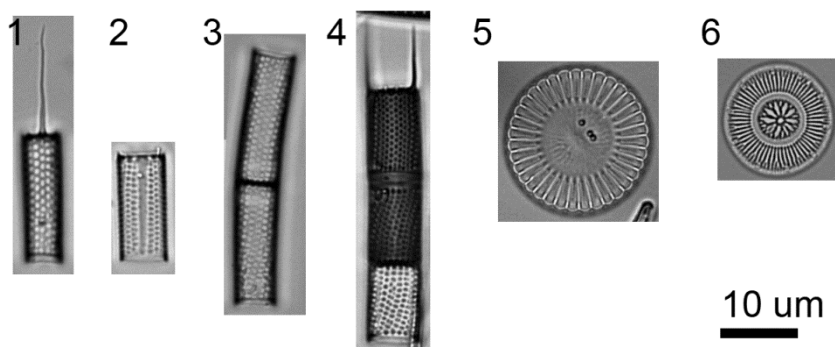
基於光學顯微鏡與電子顯微鏡拍攝鑑定結果共有 28 屬 54 種矽藻被鑑定。其中包含光學顯微鏡照片 78 張，電子顯微鏡照片 83 張。詳細種類清單與所對應圖版如表 1。僅分歧羽紋藻 (*Pinnularia divergens* W. Smith) 一種為臺灣新紀錄種。本研究結果已分別發表於國立臺灣博物館學刊與臺灣博物季刊。詳細種類描述與其所代表的生態意義請參考 Wang (2015)。

本研究針對大湖沉積物內所保存矽藻化石，運用光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡進行種類拍攝與鑑定。所鑑定矽藻種類多為臺灣低海拔區域湖泊或溪流常見種類(Wu et al., 2011: 20011)。

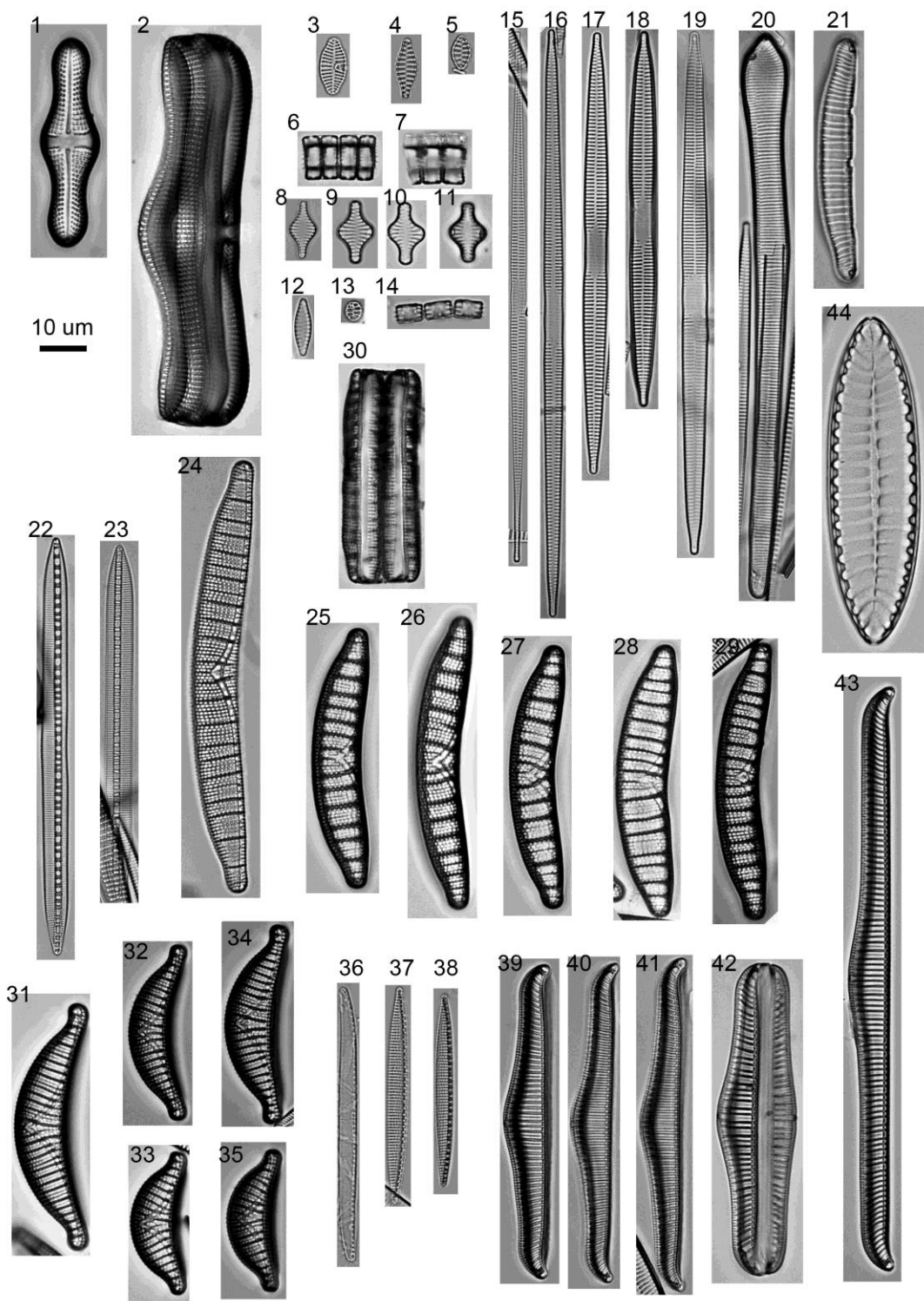
表 1、宜蘭大湖岩芯 DH-7B 所紀錄矽藻化石清單。

學名	中文名	Type	長 (微米)	寬 (微米)	紋線密度 (每 10 微米)	LM Plate	SEM Plate
<i>Aulacoseira ambigua</i>	模糊鉤鏈藻	中心	3-16	4-12	14-18		P1: 1-2
<i>Aulacoseira granulata</i>	顆粒鉤鏈藻	中心	5-21	3-12	3-12	P1: 1-4	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	中心	5-26	5-26	11-17	P1: 5	P1: 3-4
<i>Discostella stelligera</i>	具星碟星藻	中心	3-31	3-31	9-13	P1: 6	P1: 5-12
<i>Achnanthes inflata</i>	膨脹曲殼藻	單殼縫	26-90	7-15	9-14	P2: 1-2	
<i>Achnanthidium exigua</i>	短小曲絲藻	單殼縫	12-20	6-9	24-25		P2: 1-3
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	單殼縫	16-30	10-14	18-23		P2: 4
<i>Planothidium rostratum</i>	喙狀平絲藻	單殼縫	6-45	4-8	8-12	P2: 3	P2: 5-6
<i>Fragilaria capucina</i>	鈍脆桿藻	無殼縫	9-148	3-5	12-20	P2: 15	
<i>Punctastriata linearis</i>	線形點紋藻	無殼縫	4-16	2-5	10-14	P2: 4-5	P2: 10
<i>Staurosira construens</i>	連結十字脆桿藻	無殼縫	6-12	5-9	15-22	P2: 6-11	P2: 7-9
<i>Staurosirella pinnata</i>	羽狀十字脆桿藻	無殼縫	5-17	3-6	10-12	P2: 12-14	P2: 11-18
<i>Ulnaria pseudogaillonii</i>	偽伽氏肘狀藻	無殼縫	200-450	8-10	8-11		P3: 1-2
<i>Ulnaria ulna</i>	肘狀藻	無殼縫	62-115	8-10	8-9	P2: 16-19	P3: 3-6
<i>Actinella brasiliensis</i>	巴西長矛藻	短殼縫	86-123	7-10	11-14	P2: 20	P3: 7-9
<i>Eunotia soleirolii</i>	珠形短縫藻	短殼縫	28-50	6-9	8-10	P2: 21	P3: 10
<i>Bacillaria paradoxa</i>	奇異棍形藻	管殼縫	70-148	3-7	18-24	P2: 22-23	
<i>Epithemia adnata</i>	結膜窗紋藻	管殼縫	45-165	9-21	10-12	P2: 24-30	
<i>Epithemia sorex</i>	鼠形窗紋藻	管殼縫	12-81	6-17	9-14	P2: 31-35	P4: 1-7
<i>Nitzschia clausii</i>	克氏菱形藻	管殼縫	25-60	2-6	40-44	P2: 36	
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	管殼縫	9-65	2-4	16-32	P2: 37-38	P5: 1-2
<i>Rhopalodia gibba</i>	隆凸棒杆藻	管殼縫	46-151	6-12	14-17	P2: 43	
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i>	隆凸棒杆藻膨大 變種	管殼縫	23-97	6-11	11-18	P2: 39-42	
<i>Surirella linearis</i>	線形雙菱藻	管殼縫	22-116	6-25	19-24	P2: 44	
<i>Caloneis bacillum</i>	桿狀美壁藻	雙殼縫	14-46	5-10	16-28		P5: 3-4
<i>Cymbella hustdtii</i>	胡氏橋灣藻	雙殼縫	11-27	6-9	10-13	P3: 3	
<i>Cymbella lanceolata</i>	披針橋灣藻	雙殼縫	70-190	15-28	6-9	P3: 1-2	P7: 1
<i>Cymbella leptoceros</i>	細角橋灣藻	雙殼縫	15-60	7-13	8-10	P3: 4-7	
<i>Cymbopleura cuspidata</i>	尖頭楔月藻	雙殼縫	35-100	14-25	8-11.5		P7: 2

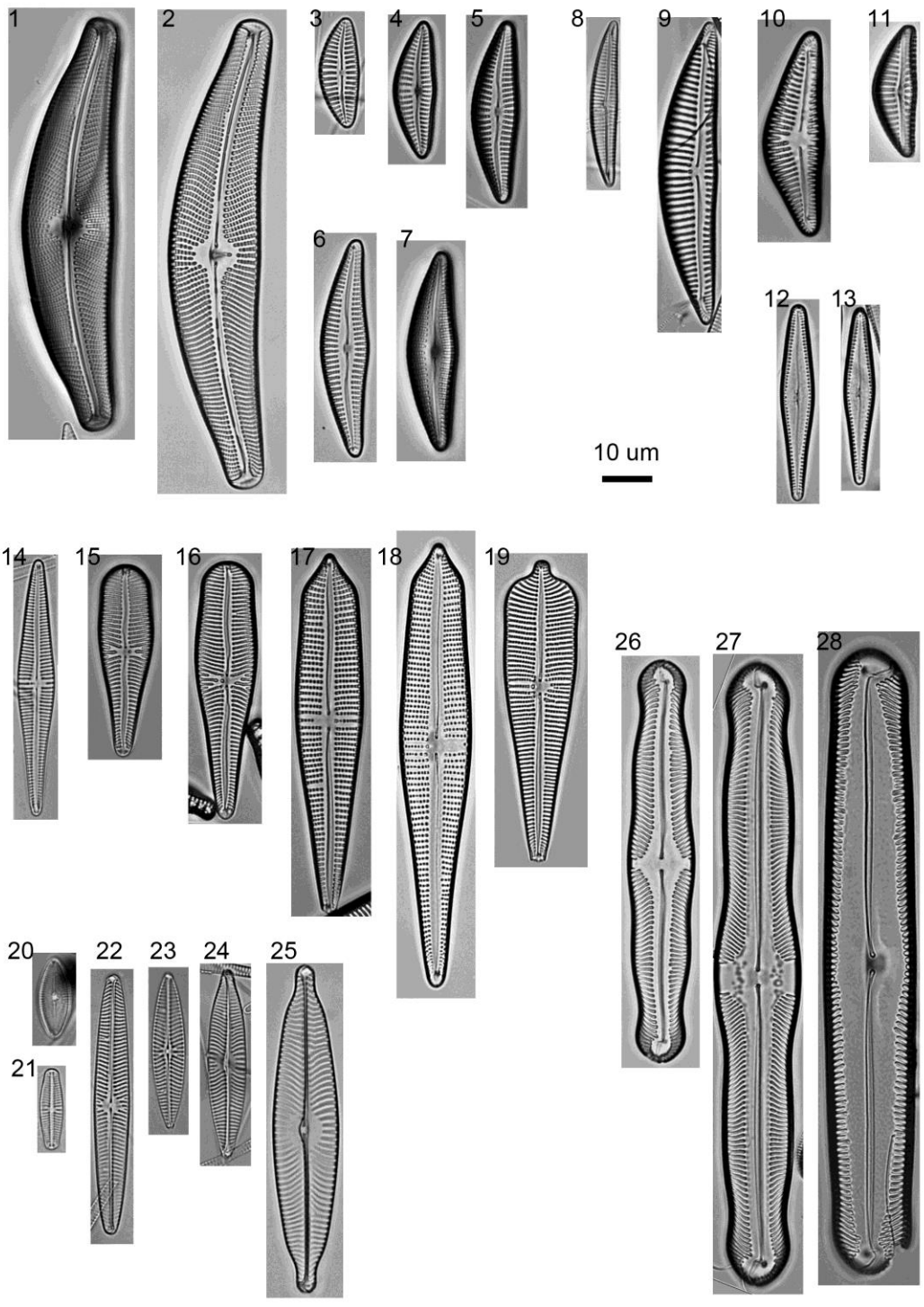
<i>Diadasmus confervacea</i>	絲狀等帶藻	雙殼縫	16-20	6-9	20-31	P3:20	P5: 5-6
<i>Encyonema gracile</i>	纖細內絲藻	雙殼縫	26-40	5-7	15-16	P3:8	
<i>Encyonema mesianum</i>	麥氏內絲藻	雙殼縫	30-68	8-13	9-11	P3:9	P7: 3-9
<i>Encyonema silesiacum</i>	西里西亞內絲藻	雙殼縫	14-45	7-15	11-22	P3:10-11	
<i>Geissleria schoenfeldii</i>	梭式蓋氏藻	雙殼縫	12-38	6-9	11-15	P3: 21	P5: 7
<i>Gomphoneis clevei</i>	克氏異楔藻	雙殼縫	11-48	5-10	9-16	P3:12-13	P8: 1-2
<i>Gomphonema augur</i>	頂尖異極藻	雙殼縫	15-129	9-23	9-16	P3:19	
<i>Gomphonema biceps</i>	二頭異極藻	雙殼縫	20-28	5-7	11-13		P8: 3
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	雙殼縫	16-195	5-12	10-16	P3:14	P8:6-7
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	雙殼縫	11-48	5-9	8-22		P8: 4-5
<i>Gomphonema truncatum</i>	平頂異極藻	雙殼縫	10-47	8-19	10-14	P3:15-16	P8: 8-9
<i>Gomphonema turris</i>	塔形異極藻	雙殼縫	50-80	10-15	7-9	P3:17-18	P8: 10
<i>Navicula angusta</i>	狹窄舟形藻	雙殼縫	30-78	5-8	11-13	P3: 22	
<i>Navicula cryptotenella</i>	隱細舟形藻	雙殼縫	16-42	5-8	12-17	P3: 23	P6: 1
<i>Navicula lanceolata</i>	披針舟形藻	雙殼縫	28-70	8-12	10-13	P3:24	
<i>Navicula leptostriata</i>	細紋舟形藻	雙殼縫	30-48	4-6	14-18		P6: 2
<i>Navicula seminuloides</i>	微型舟形藻	雙殼縫	5-19	3-6	20-28		P6: 3
<i>Navicula viridula</i>	微綠舟形藻	雙殼縫	50-100	10-15	6-11	P3: 25	
<i>Neidium affine</i>	細紋長莖藻	雙殼縫	17-85	5-19	18-36		P6: 4
<i>Pinnularia divergens</i>	分歧羽紋藻	雙殼縫	60-110	4-19	9-11		P5: 5
<i>Pinnularia maior</i>	較大羽紋藻	雙殼縫	196-234	26-29	6-7		P5: 6
<i>Pinnularia viridis</i>	微綠羽紋藻	雙殼縫	60-170	12-30	5-14		
<i>Sellaphora japonica</i>	日本鞍形藻	雙殼縫	15-26	3.5-6	22-24		P5: 7
<i>Sellaphora pupula</i>	瞳孔鞍形藻	雙殼縫	5-46	4-17	15-29		P5: 8
<i>Sellaphora vitabunda</i>	多維鞍形藻	雙殼縫	8-22	3.5-7	22-26		P5: 9



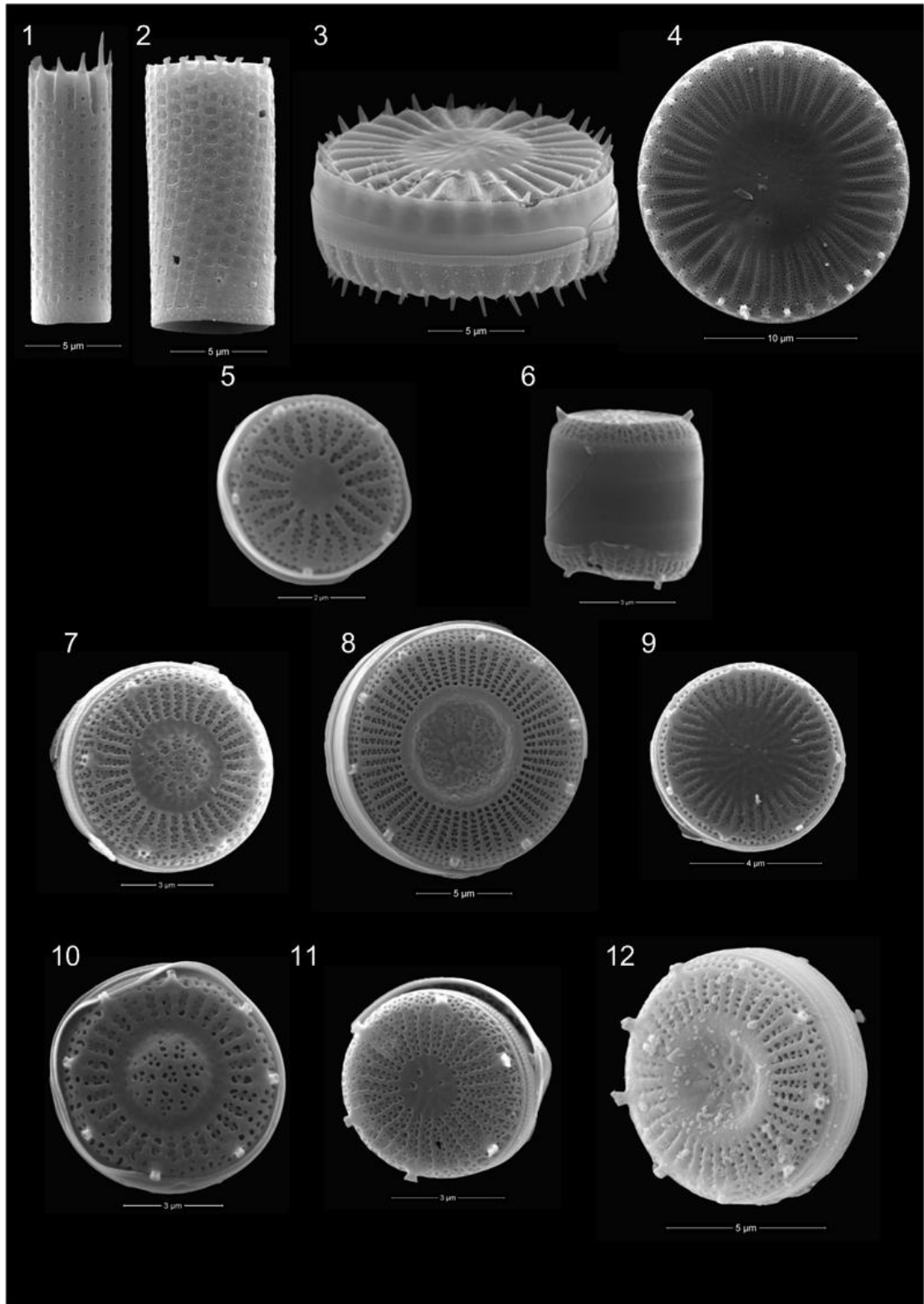
LM Plate 1. 中心矽藻光學顯微鏡照。



LM Plate 2. 單殼縫 (1-3)、無殼縫 (4-19)、短殼縫 (20-21)、管殼縫 (22-44) 矽藻光學顯微鏡照。

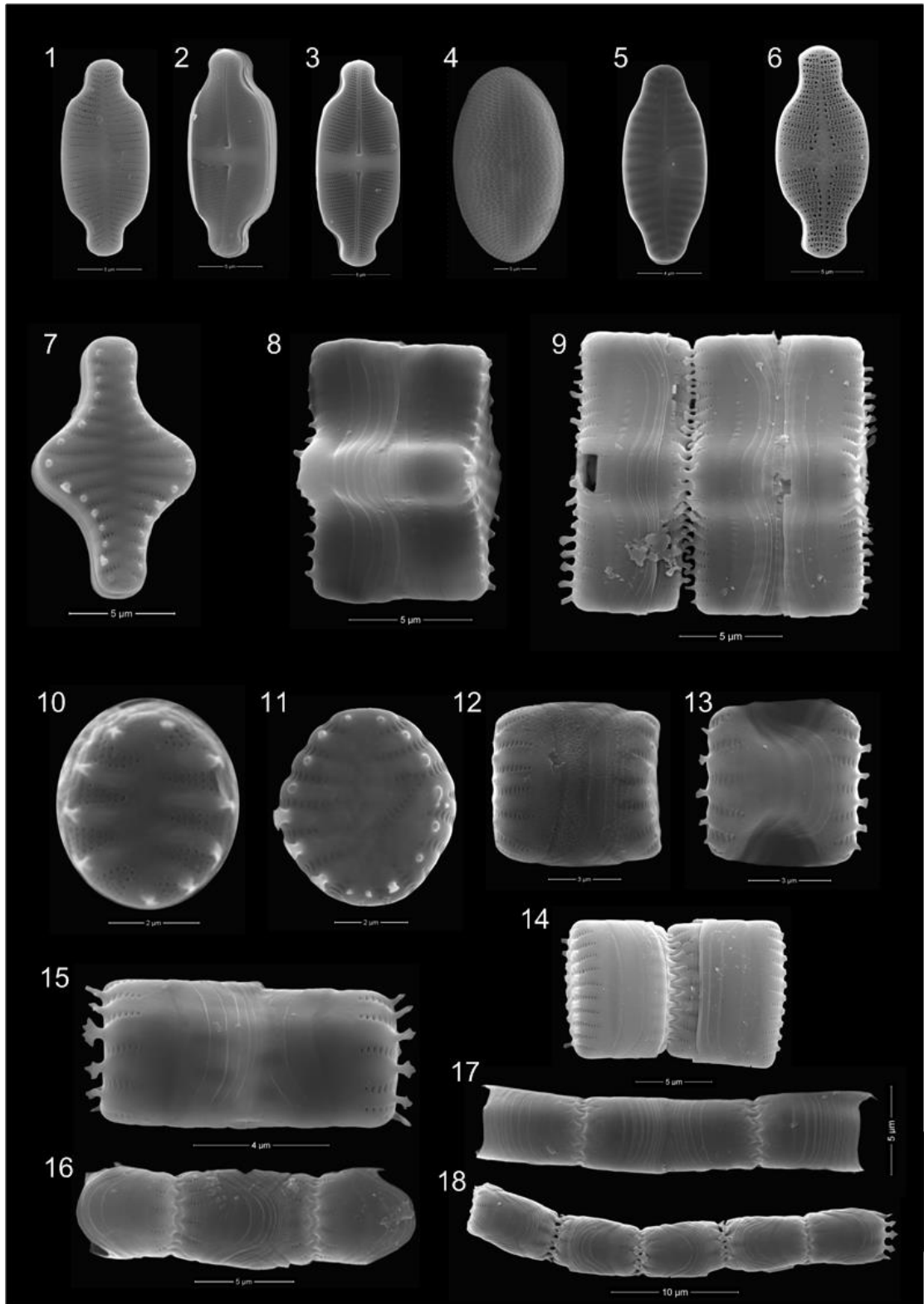


LM Plate 3. 雙殼縫矽藻光學顯微鏡照。

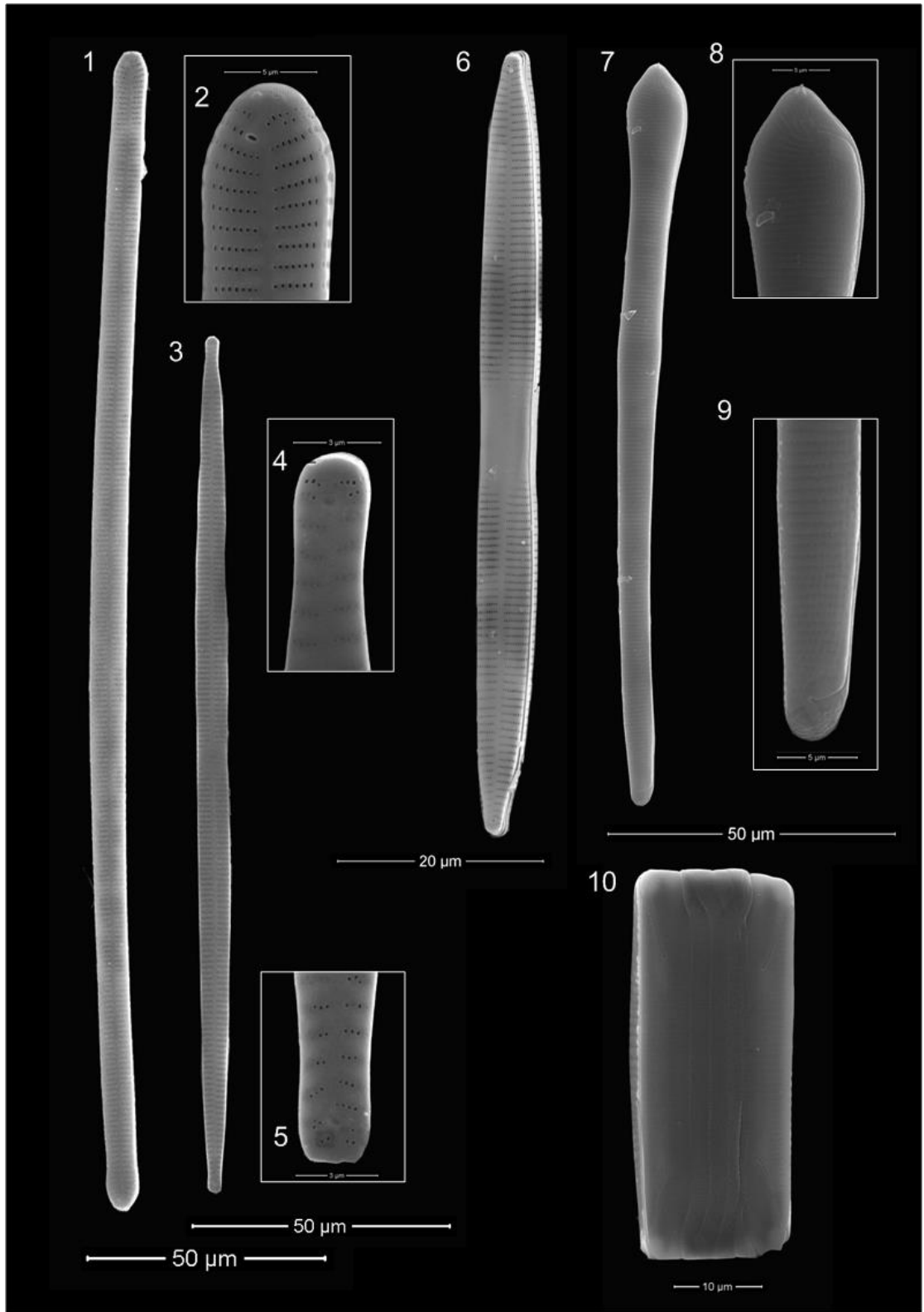


SEM Plate 1. 中心矽藻掃描式電子顯微鏡照。

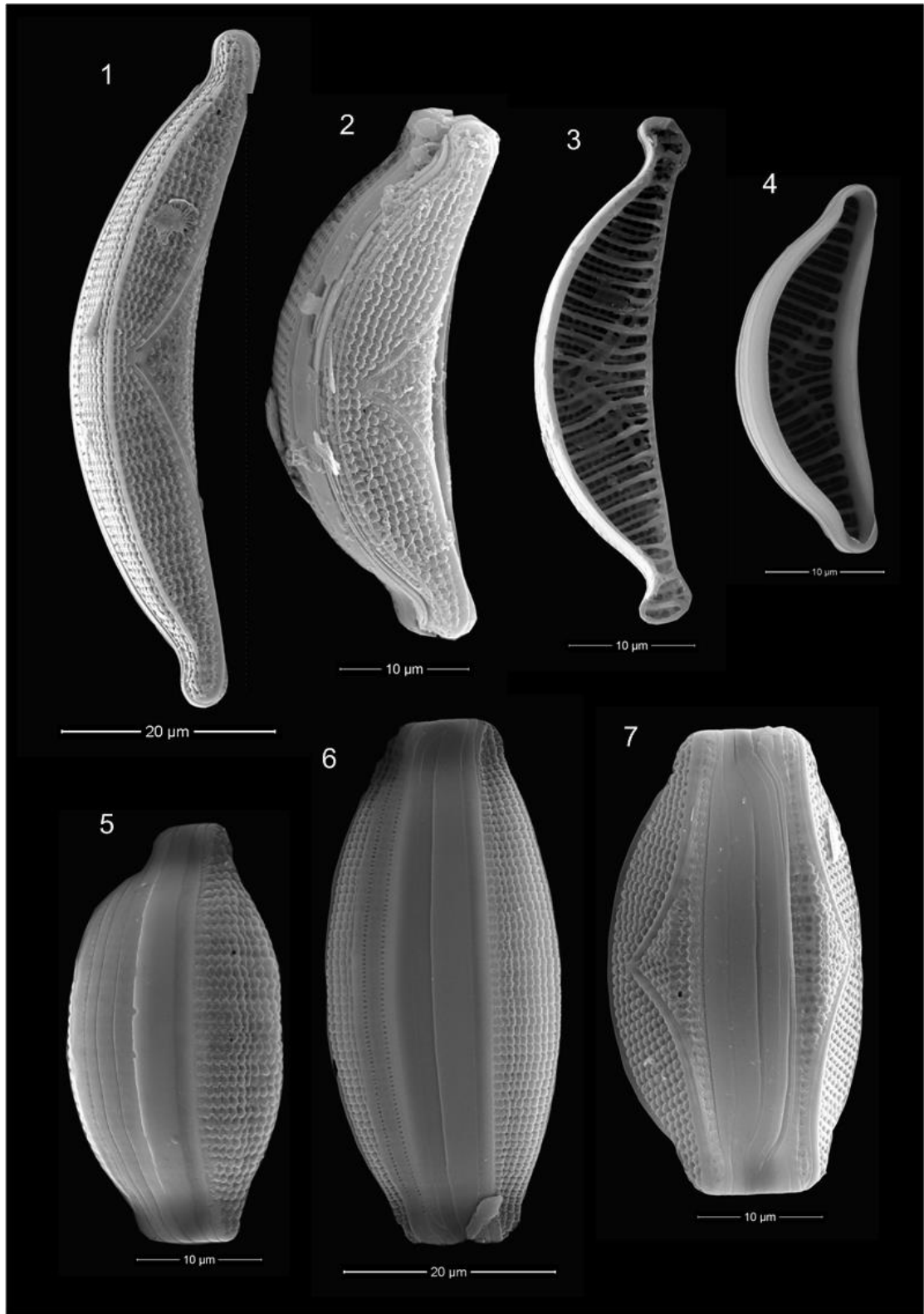




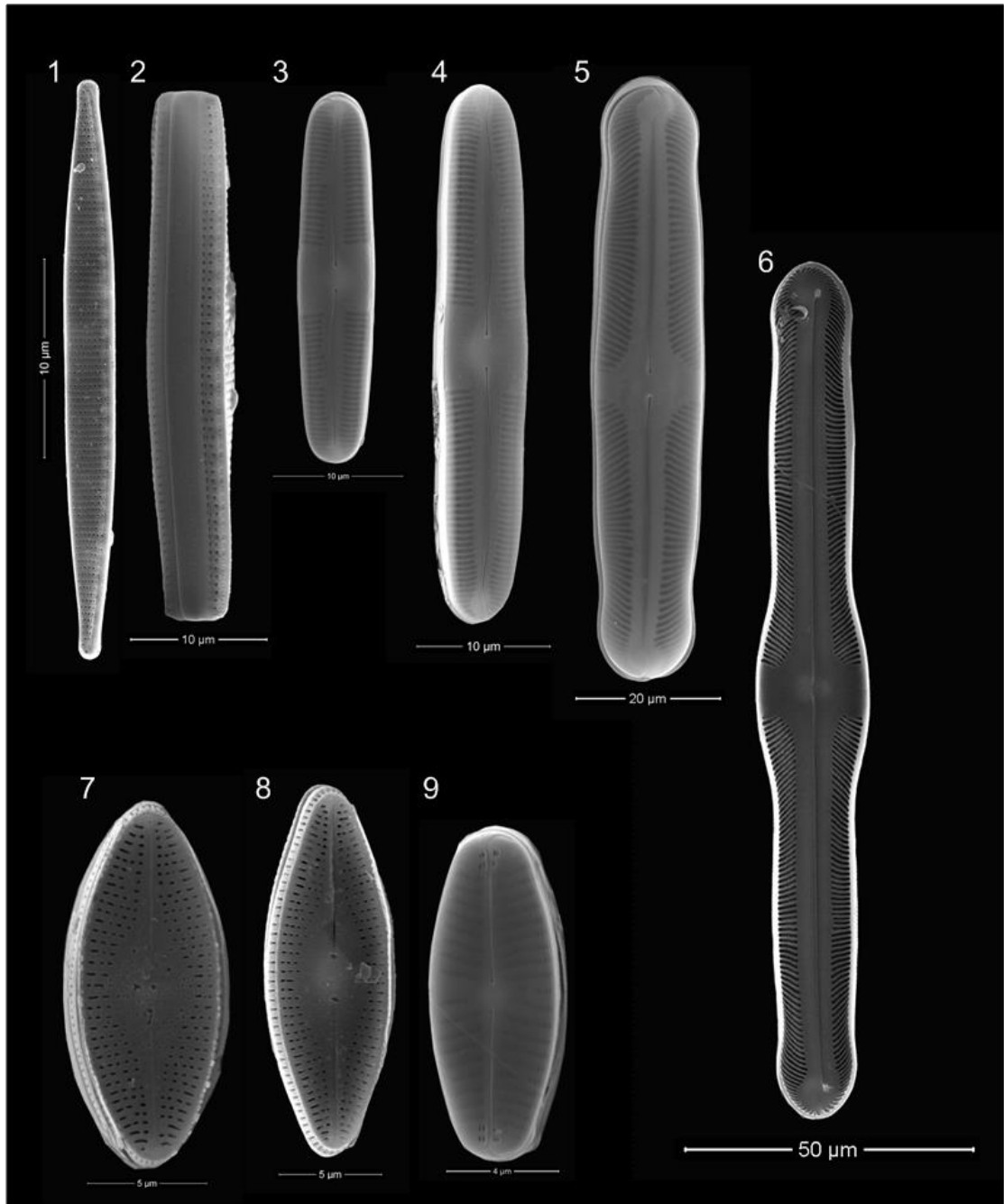
SEM Plate 2. 單殼縫 (1-6) 與無殼縫矽藻 (7-18) 掃描式電子顯微鏡照。



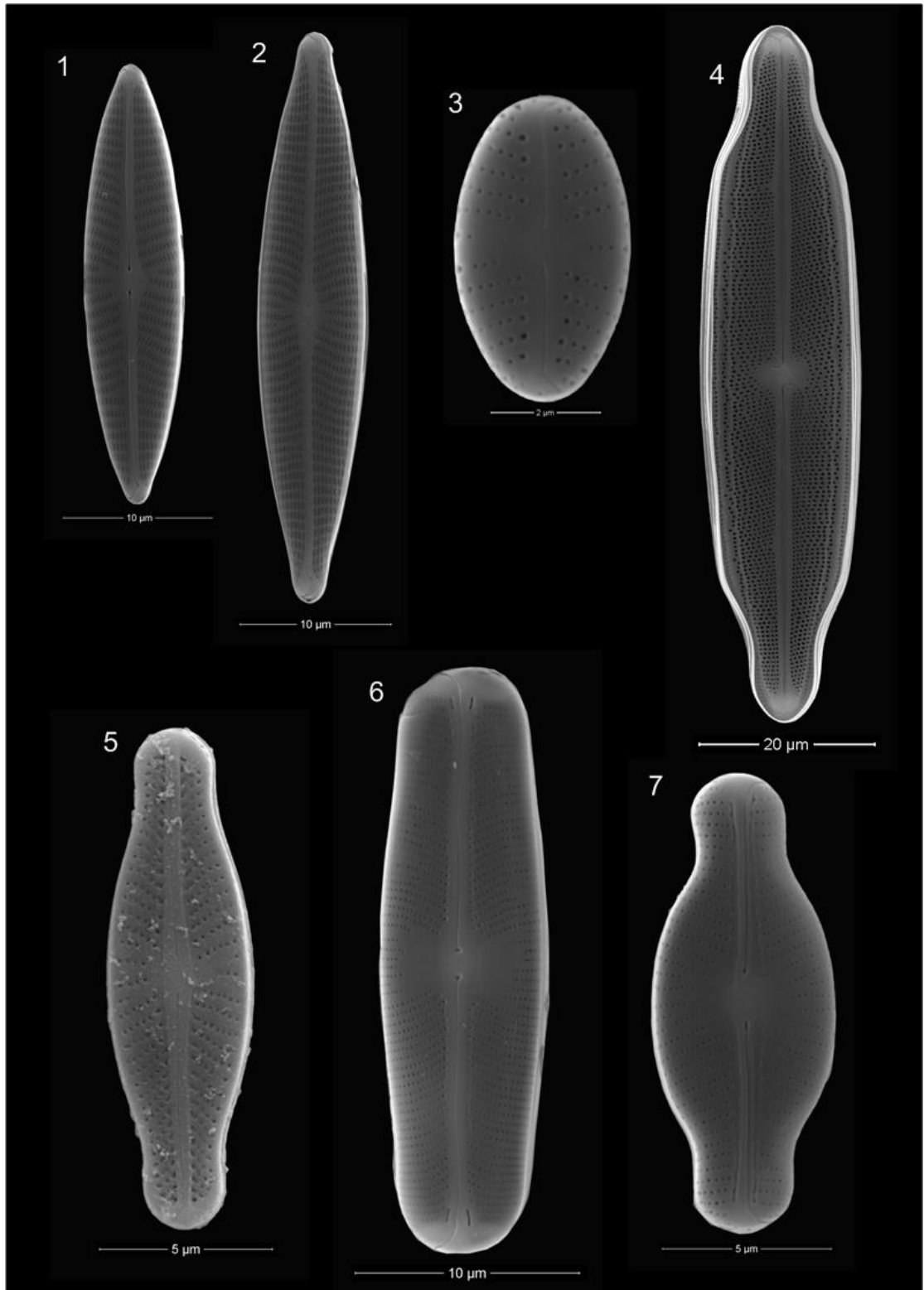
SEM Plate 3. 無殼縫(1-6)與短殼縫(6-10)矽藻掃描式電子顯微鏡照。



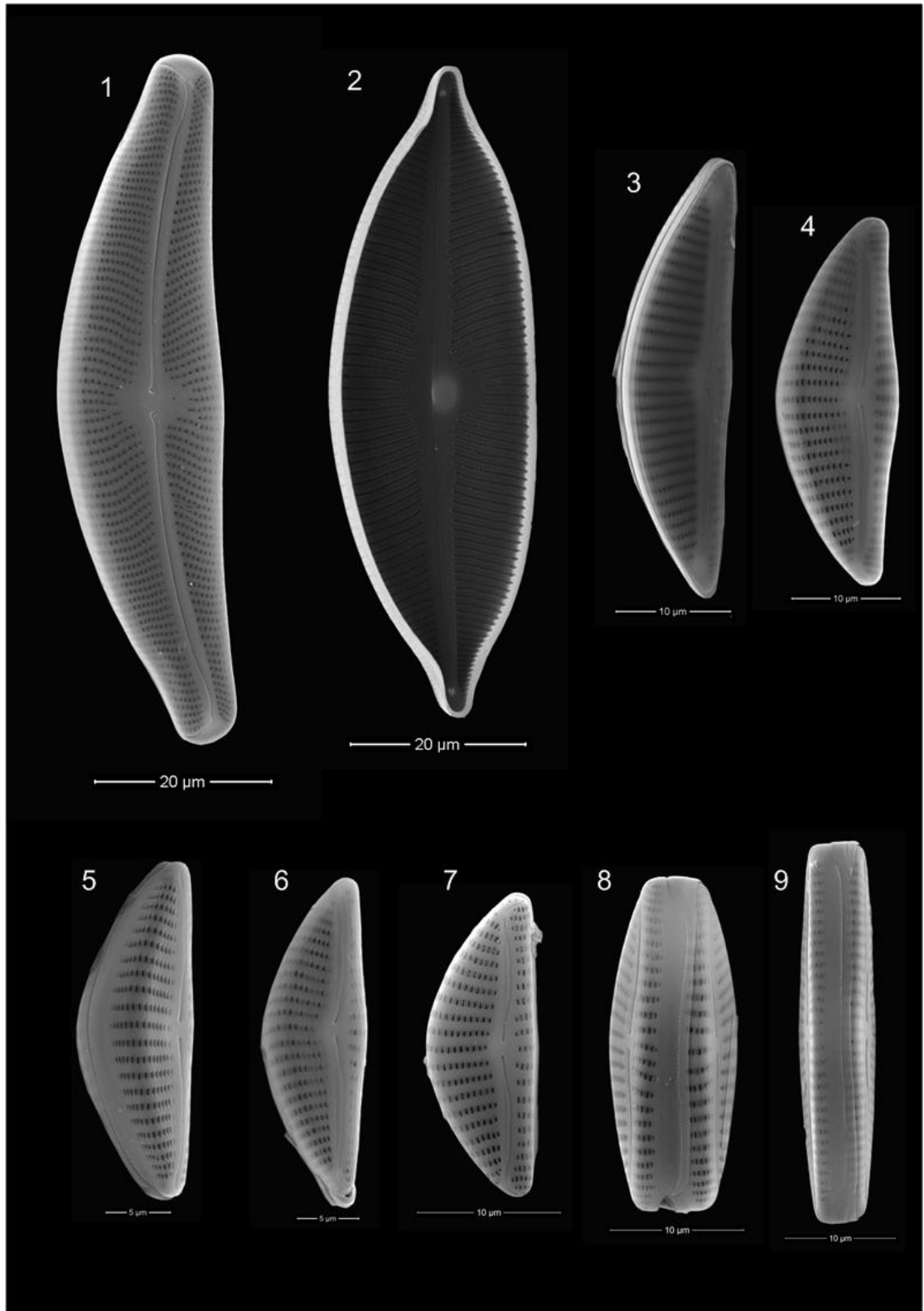
SEM Plate 4. 管殼縫矽藻掃描式電子顯微鏡照。



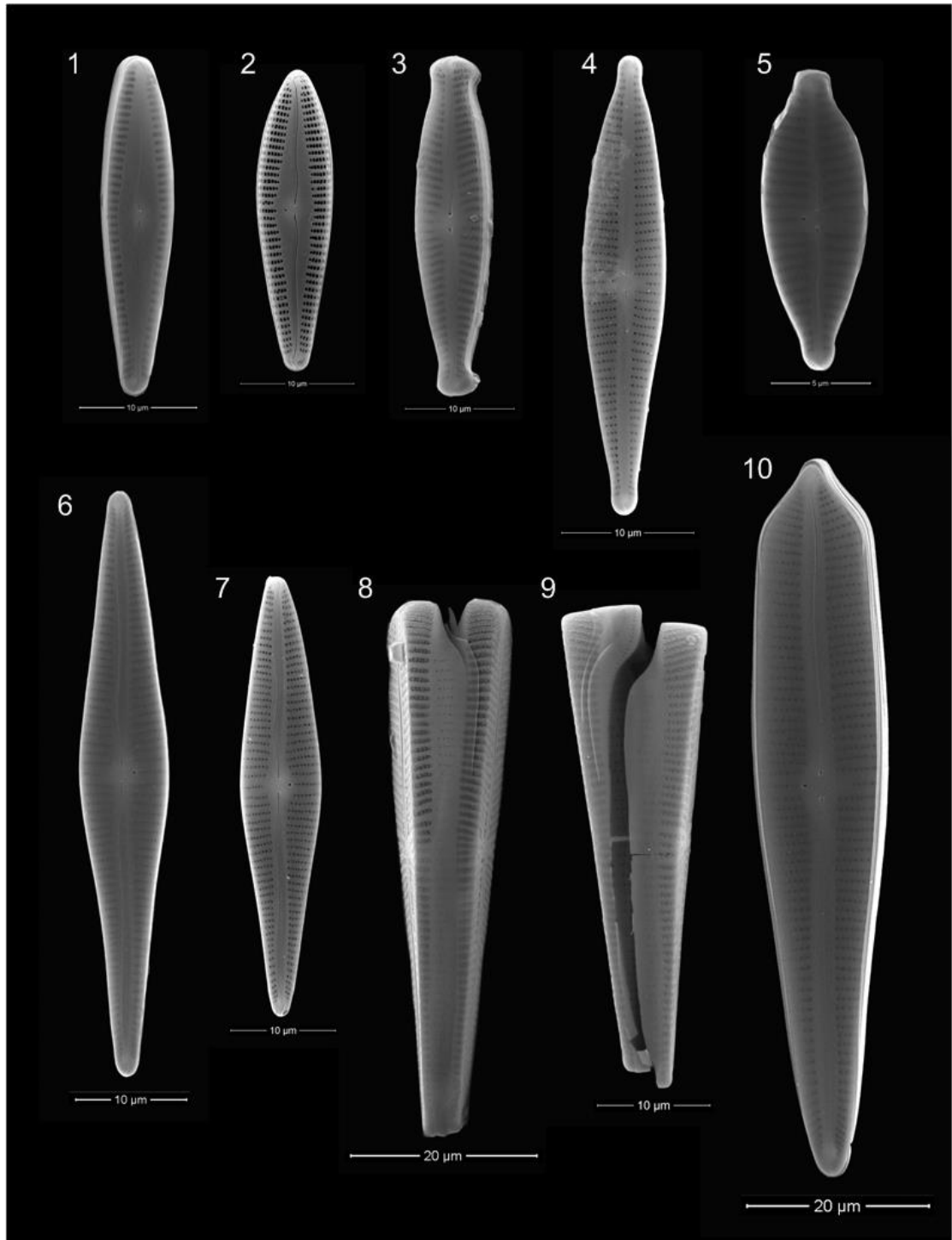
SEM Plate 5. 管殼縫(1-2)與雙殼縫(3-9)矽藻掃描式電子顯微鏡照。



SEM Plate 6. 雙殼縫矽藻掃描式電子顯微鏡照。



SEM Plate 7. 雙殼縫矽藻掃描式電子顯微鏡照。



SEM Plate 8. 雙殼縫矽藻掃描式電子顯微鏡照。

## 五、參考文獻

- Wang L-C (2015) Fossil diatom in Dahu Lake, Northeastern Taiwan. *Journal of the National Taiwan Museum*, 68(2), 15-41.
- Wang L-C, Lee T-Q, Chen S-H, et al. (2010) Diatoms in Liyu Lake, Eastern Taiwan. *Taiwania*, 55(3), 228–242.
- Wang L-C, Behling H, Lee T-Q, et al. (2013) Increased precipitation during the Little Ice Age in northern Taiwan inferred from diatoms and geochemistry in a sediment core from a subalpine lake. *Journal of Paleolimnology*, 49(4), 619–631.
- Wang L-C, Behling Hermann, Chen Y-M, et al. (2014) Holocene monsoonal climate changes tracked by multiproxy approach from a lacustrine sediment core of the subalpine Retreat Lake in Taiwan. *Quaternary International*, 333, 69–76.
- Wang L-C, Behling H., Lee T-Q, et al. (2014) Late Holocene environmental reconstructions and their implications on flood events, typhoon, and agricultural activities in NE Taiwan. *Climate of the Past*, 10(5), 1857–1869.
- Wu J-T, Babu B, Chou C-L, et al. (2011) *Freshwater Diatom Flora of Taiwan*. Taipei, Taiwan, p 747: Biodiversity Research Center, Academia Sinica.