



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

MS
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Histologie kostní a zubní tkáně

Ústav antropologie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita

Typy kostní tkáně

Vláknitá
(fibrilární, plstovitá)

nezralá, primární kostní tkáň postupně nahrazována sekundární kostní tkání, mezistupněm je paralelní vláknitá kost

Vrstevnatá
(lamelární)

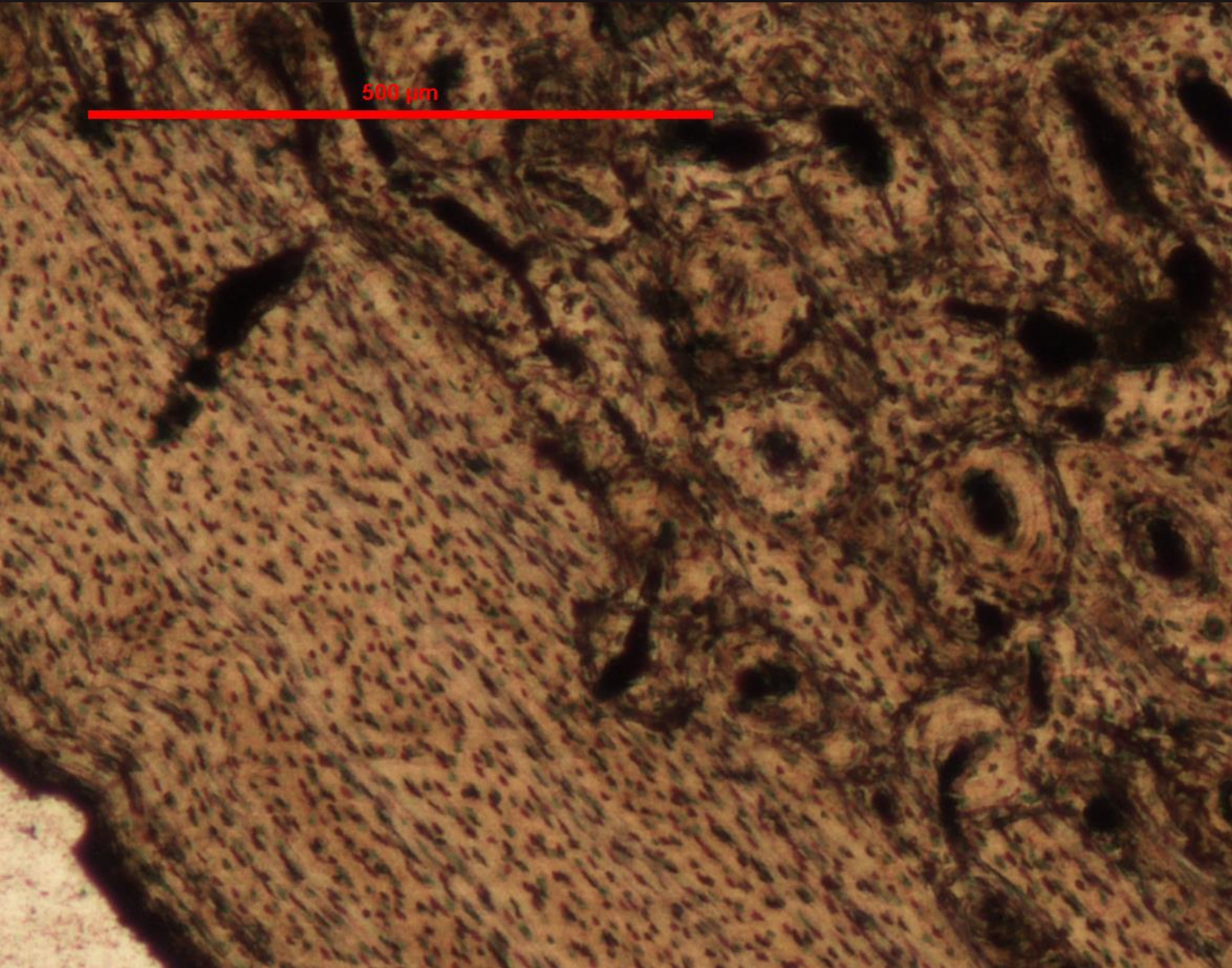
zralá, sekundární kostní tkáň organizována do lamel

hutní kompakta
substantia compacta

houbovitá spongióza
substantia spongiosa

Plexiformní
(fibrolamelární)

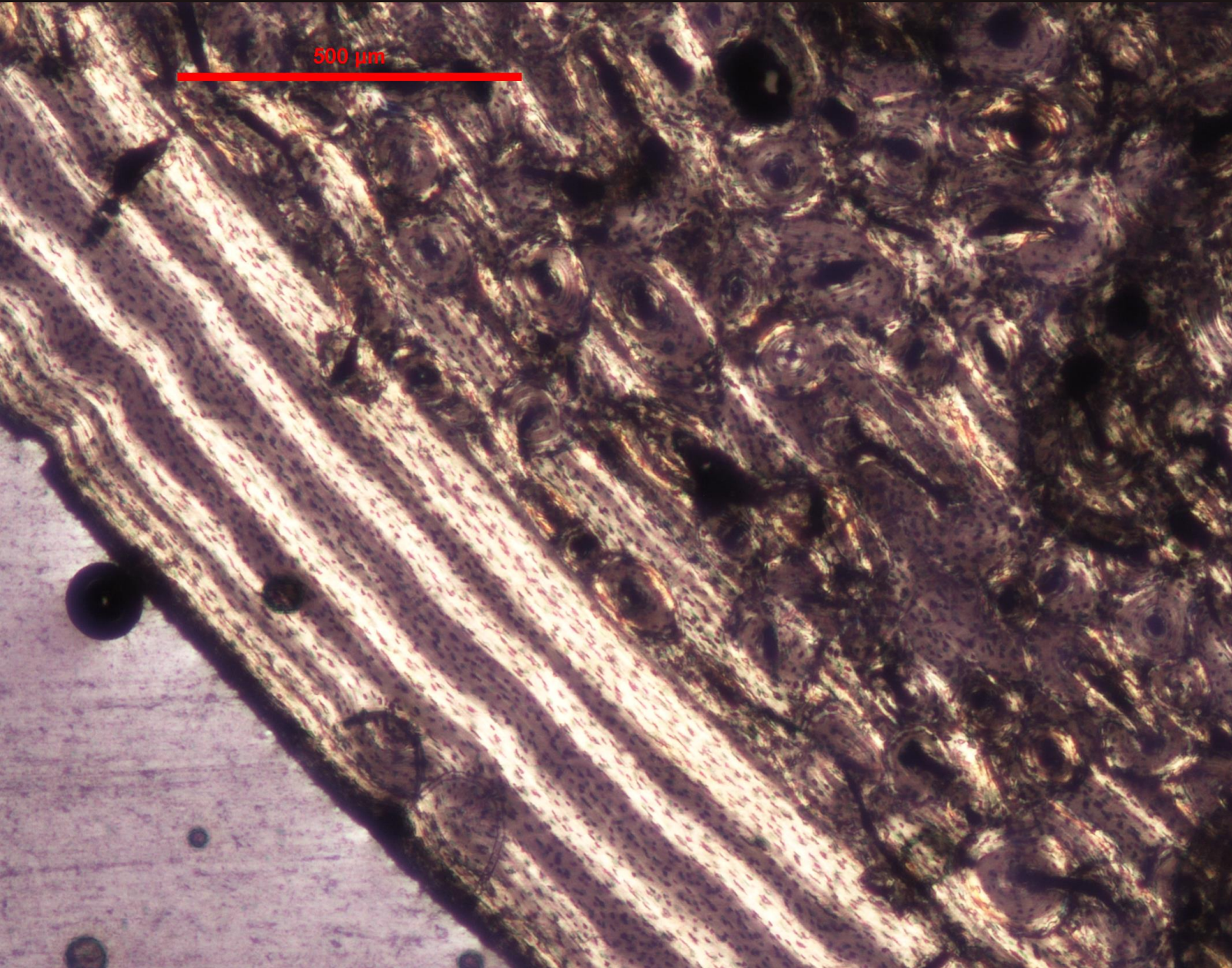
primární kostní tkáň, která nenahrazuje jiný typ tkáně, organizována do lamel sendvičovitě uspořádaných do podoby „cihel“



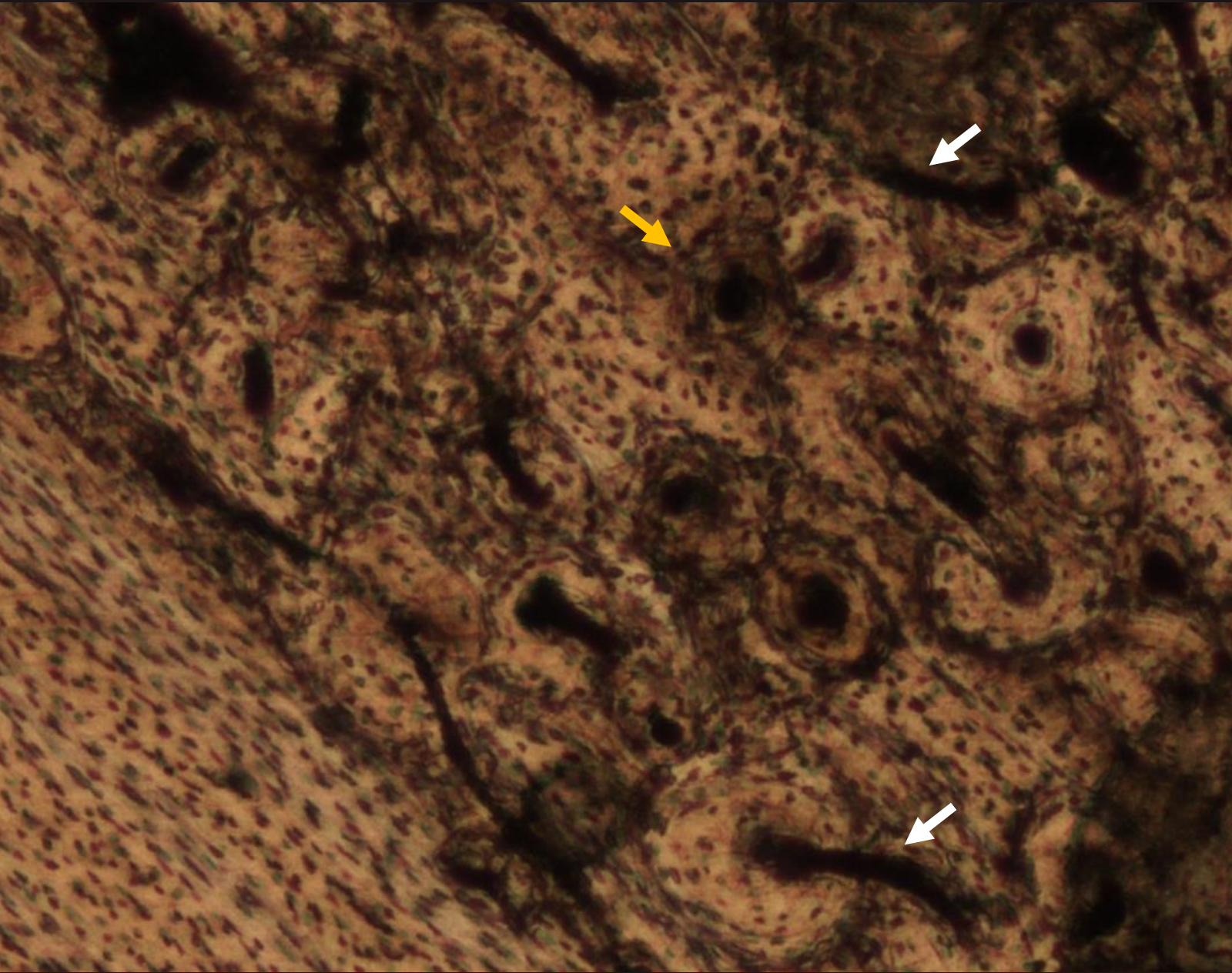
Primární kostní tkáň, vláknitá – fibrilární, plstovitá tvoří fetální skelet, nově vznikající kosti, v dospělosti se vyskytuje zejména na místech vyžadujících rychlou ochranu nebo oporu a při hojení. Je hypervaskularizovaná.

Je charakteristická rychlou novotvorbou a přímou kalcifikací hmoty, nepravidelným uspořádáním kolagenních vláken i krystalů minerálů.

Proměna vysoce aktivních osteoblastů je náhodná, přítomné jsou acelulární oblasti.

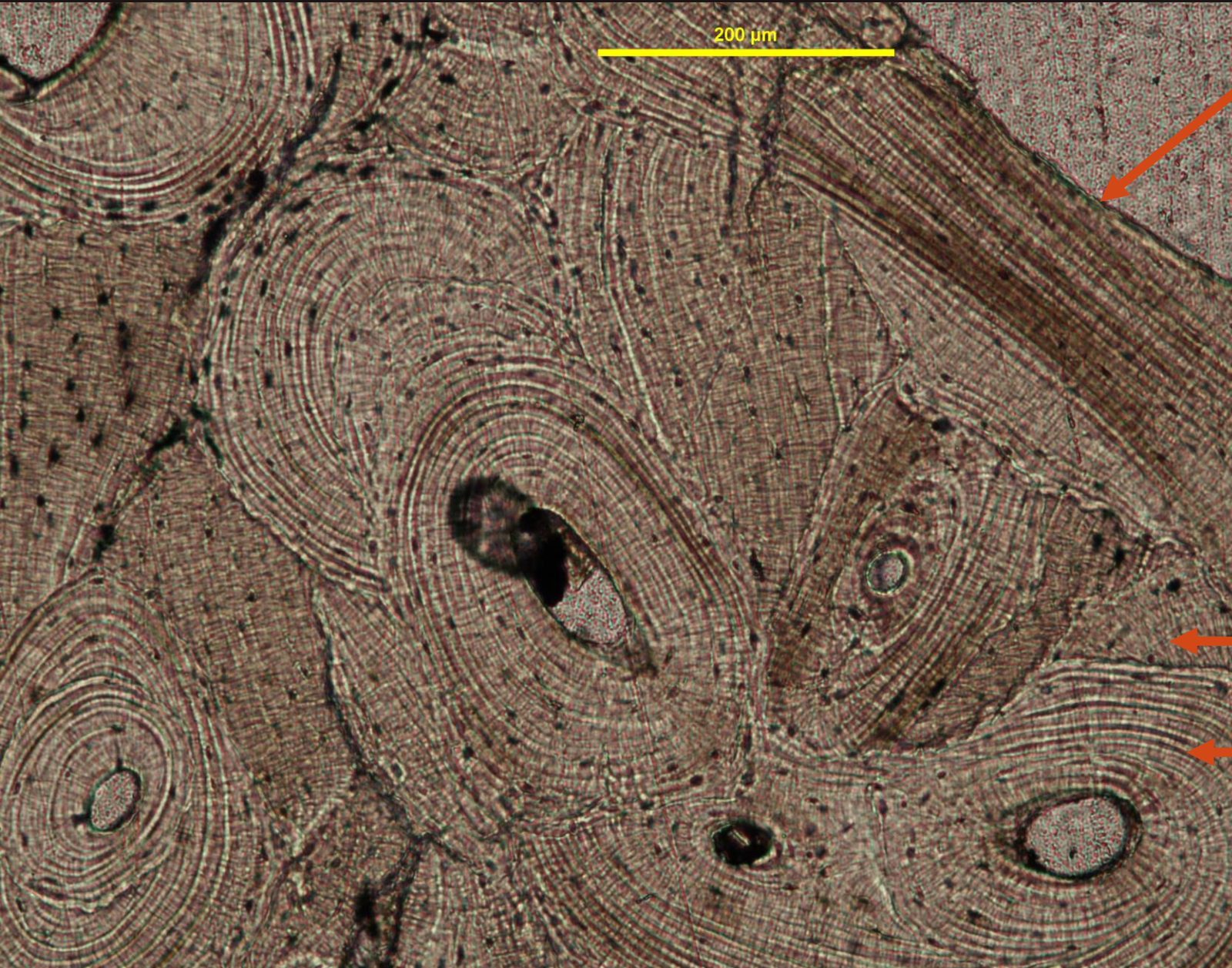


Transverzální řez kostí s primární kostní tkání v polarizovaném světle.



Primární osteony (žlutá šipka) s nižším počtem lamel, bez ohraničení cementovou linií.

Volkmanovy kanálky propojující Haversovy kanálky (bílé šipky).

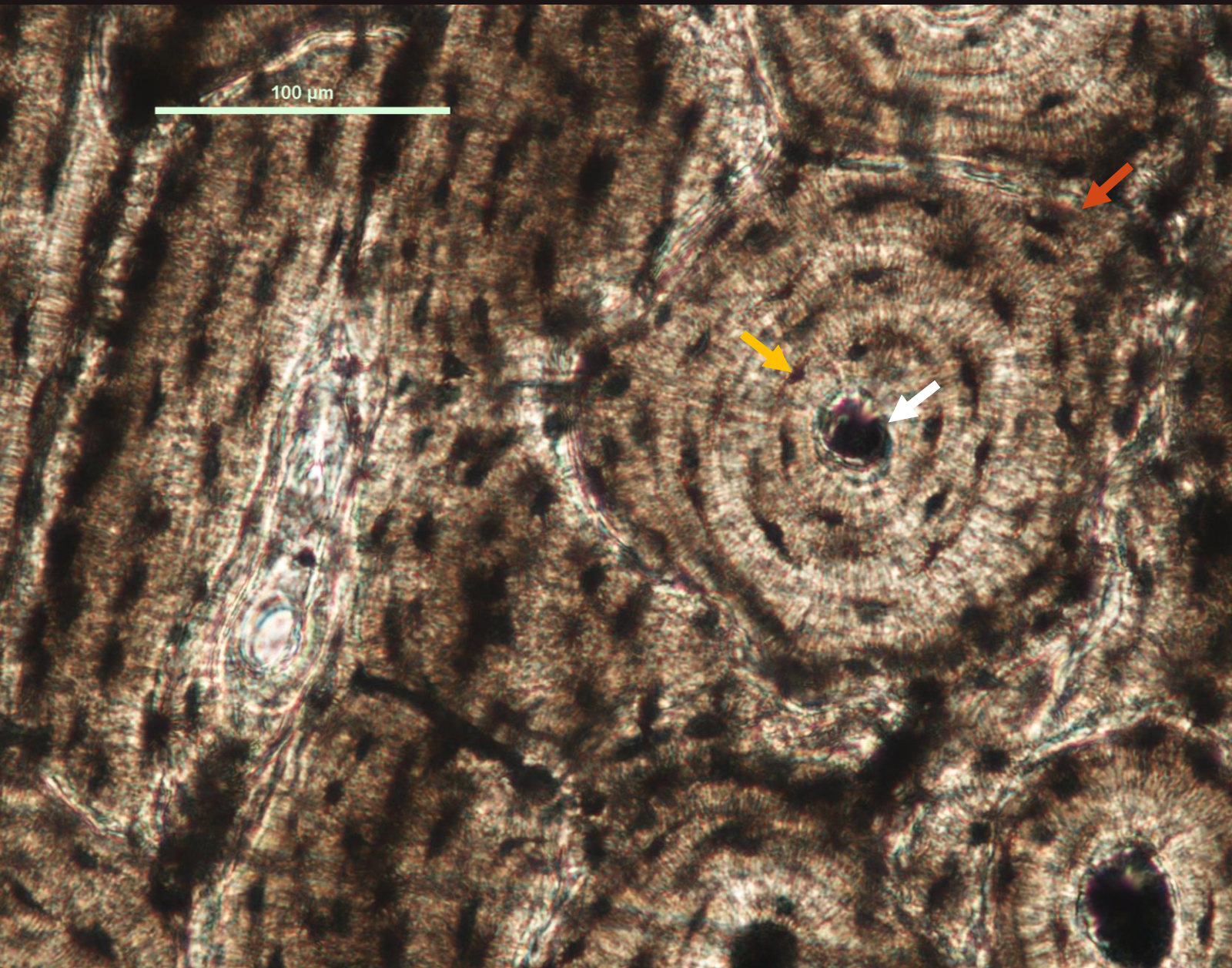


lamely obvodové

Vrstevnatá lamelární kostní tkáň hutná, kompaktní, charakteristicky uspořádaná do lamel koncentrických (kolem Haversova kanálku), vmezeřených (zbytky předchozích osteonů) a obvodových (vnitřní a vnější systém plášťových lamel).

lamely intersticiální

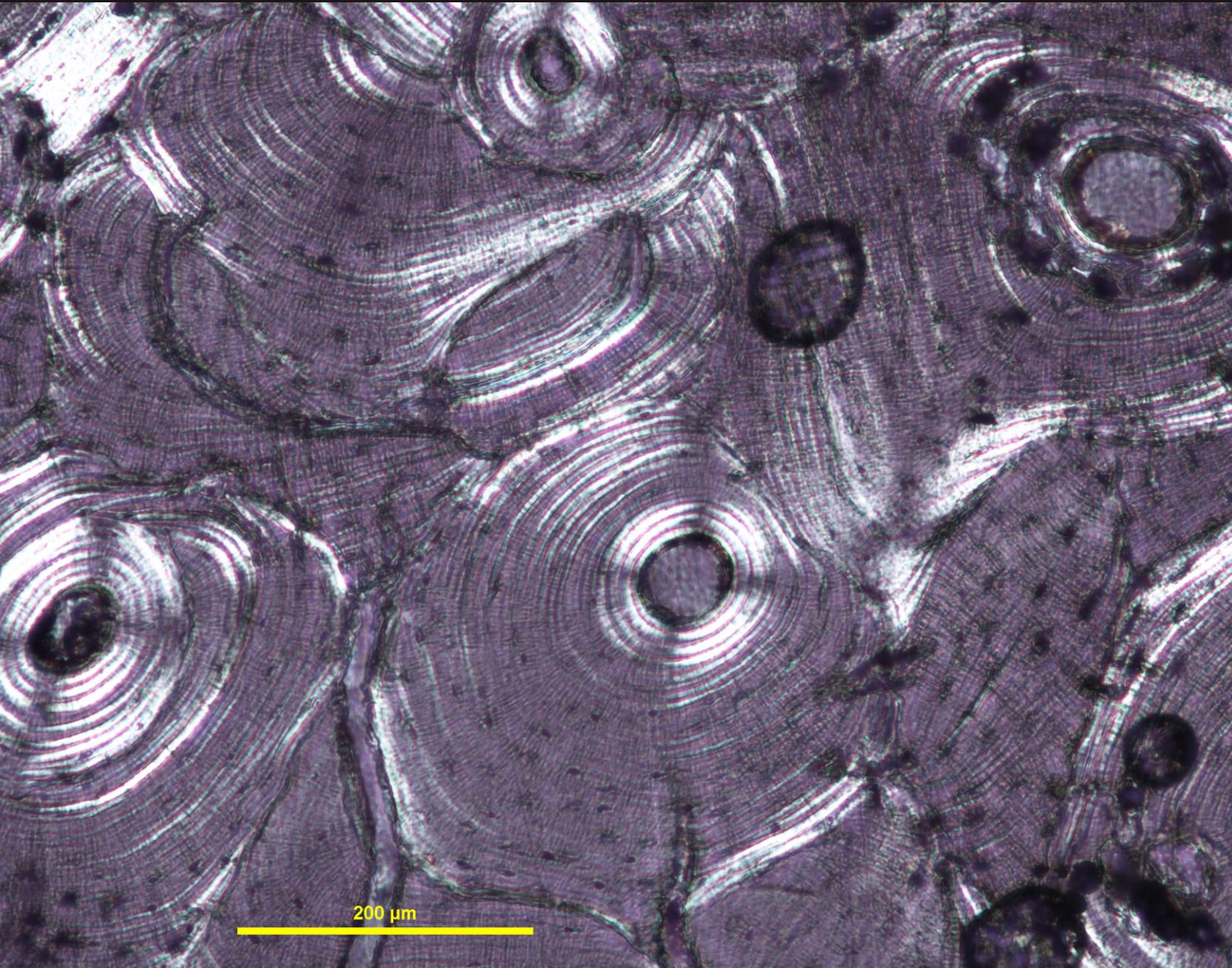
lamely koncentrické



Sekundární osteony jsou tvořeny koncentricky uspořádanými lamelami kolem *Haversova kanálku* (bílá šipka), které zvenčí obkružuje *cementová linie* (červená šipka).

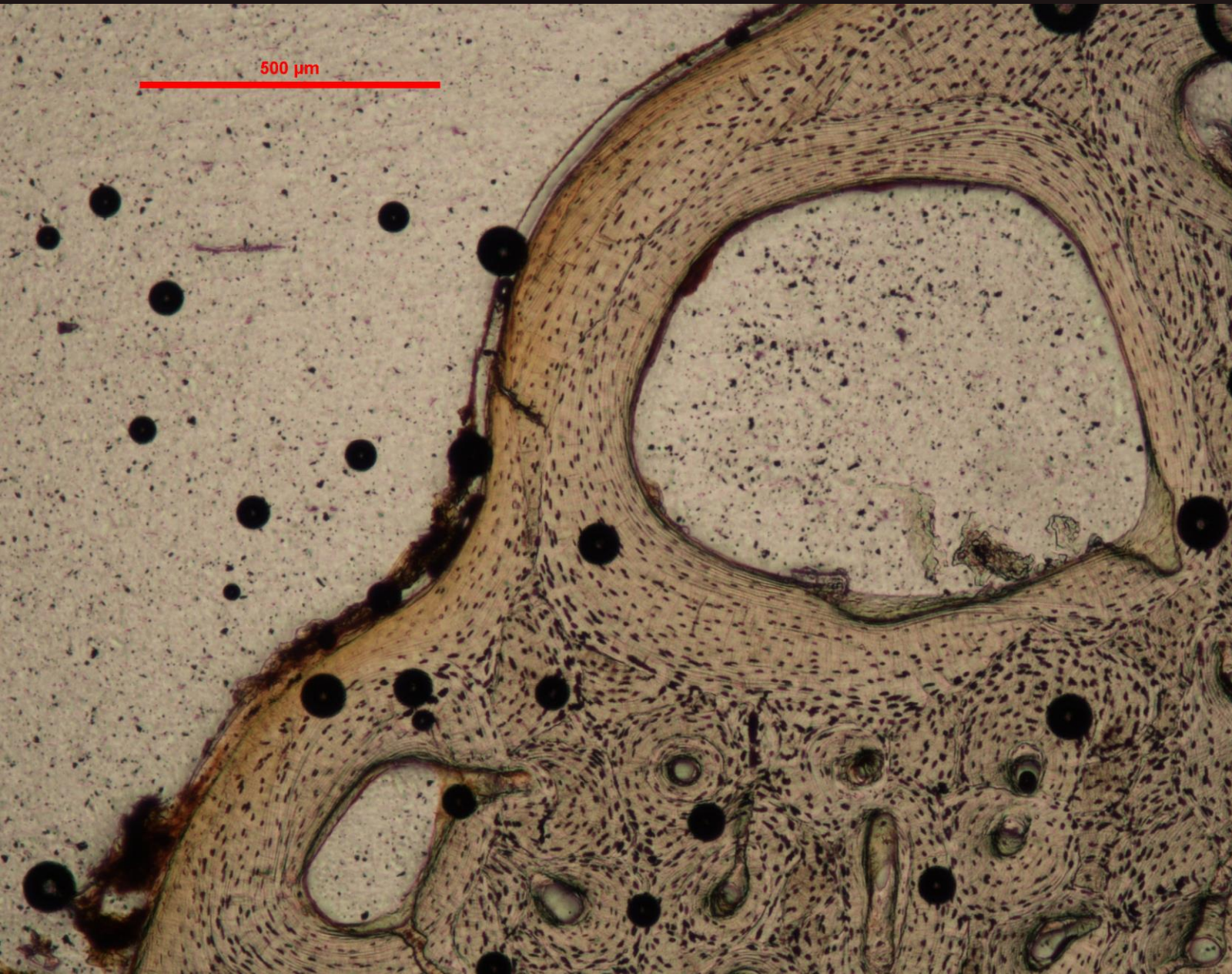
Mezi lamelami jsou patrné *osteocytární lakuny* (žlutá šipka), ze kterých se paprscitě rozbíhají drobné *canaliculi ossium* pro vzájemnou komunikaci.

Charakteristická pomalejší novotvorbou, postupnou proměnou buněk, chronologickým a synchronizovaným přechodem v jednotlivých oblastech, bez acelulárních oblastí.



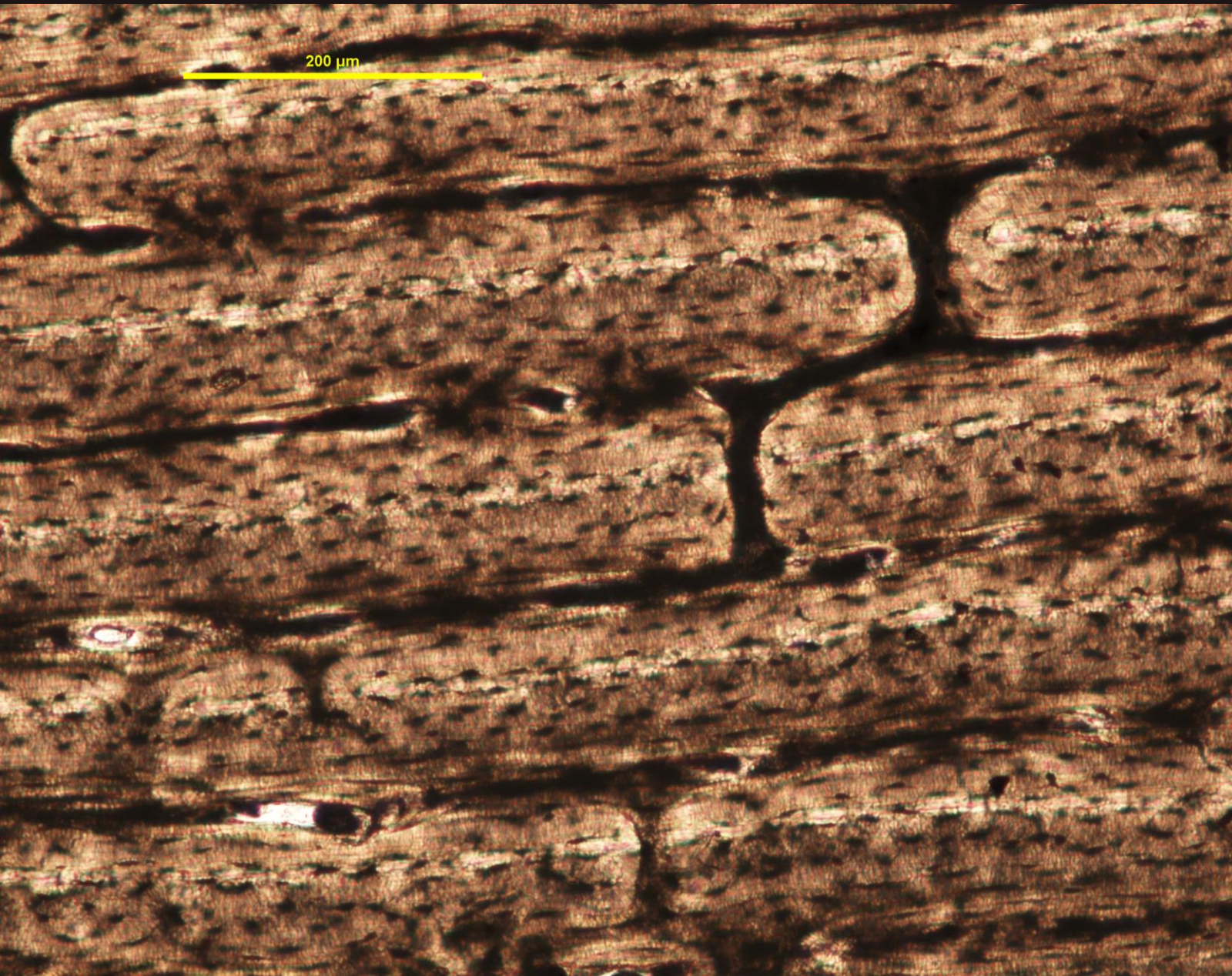
Transverzální řez kostí se sekundárními osteony v polarizovaném světle. Patrný dvojlom lamel, tzv. Maltézský kříž, daný orientací vláken a s nimi spojených anorganických krystalů v sousedních lamelách, která se liší v rozmezí 0-90 stupňů.

Lamelární kostní tkáň má strukturu s vyšším stupněm organizace fibril do lamel, které jsou tvořeny doménami se stejnosměrným průběhem vláken.



Vrstevnatá lamelární kostní tkáň houbovitá, spongiózní, s lamelami uspořádanými do systému kostních trámců (trabekul) a plotének.

V závislosti na prostoru mohou širší trámce obsahovat i lamely uspořádané do sekundárních osteonů.



Plexiformní kostní tkáň fibrolamelární, s lamelami uloženými ve vrstvách, cihlovitě.

Primární kostní tkáň – původně vznikající, nenahrazuje jiný typ kostní tkáně.

U člověka se vyskytuje vzácně (mediální strana *ramus mandibulae*).

Tvrdé zubní tkáně

Sklovina
(*enamelum*)

nejtvrdší
mineralizovaná hmota
lidského těla, pokrývá
zubovinu korunky

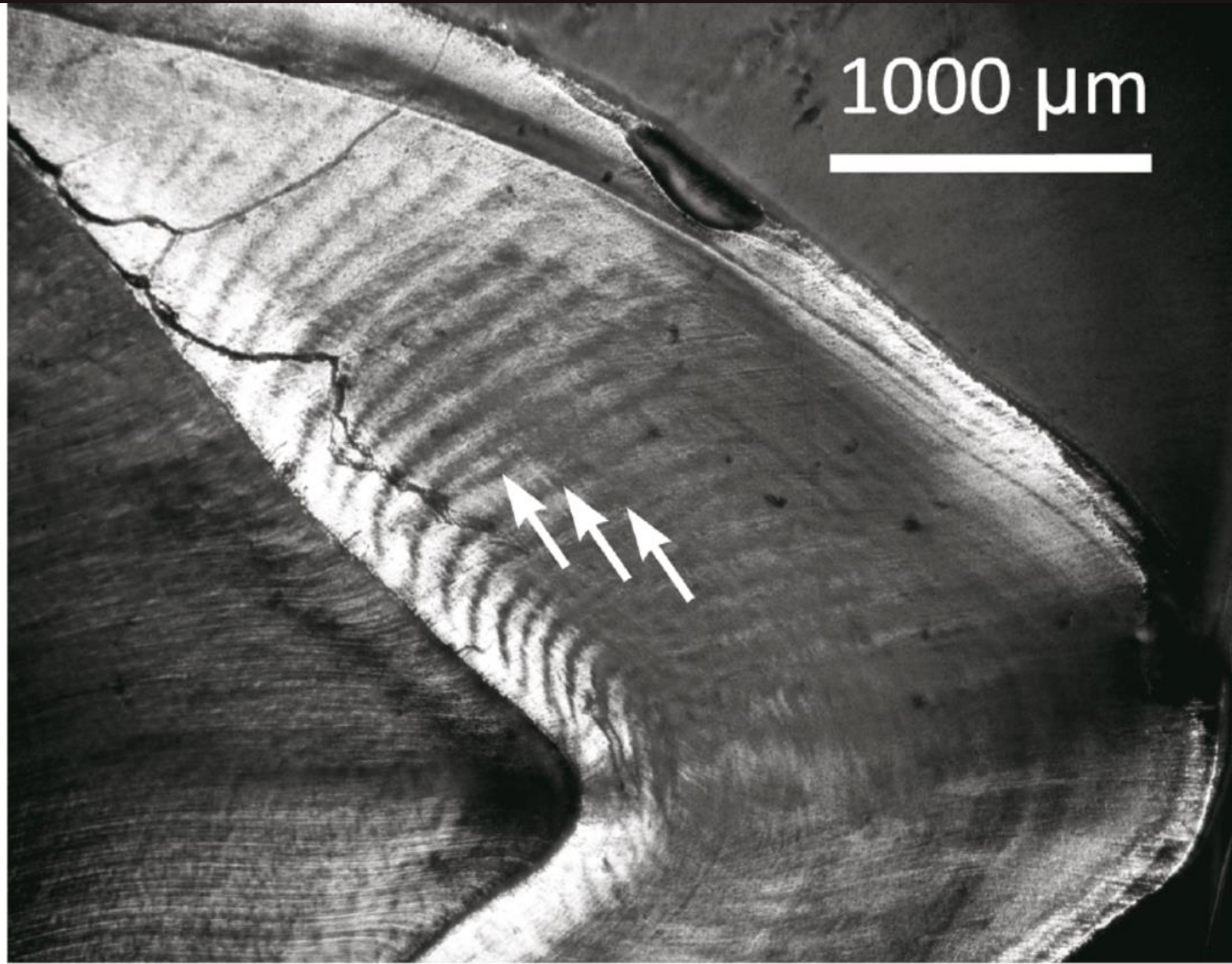
Dentin, zubovina
(*dentinum*)

tvoří základní hmotu
zubu, pevná a pružná
tkáň podobná kosti (ale
tvrdší), měkčí a
pružnější než sklovina

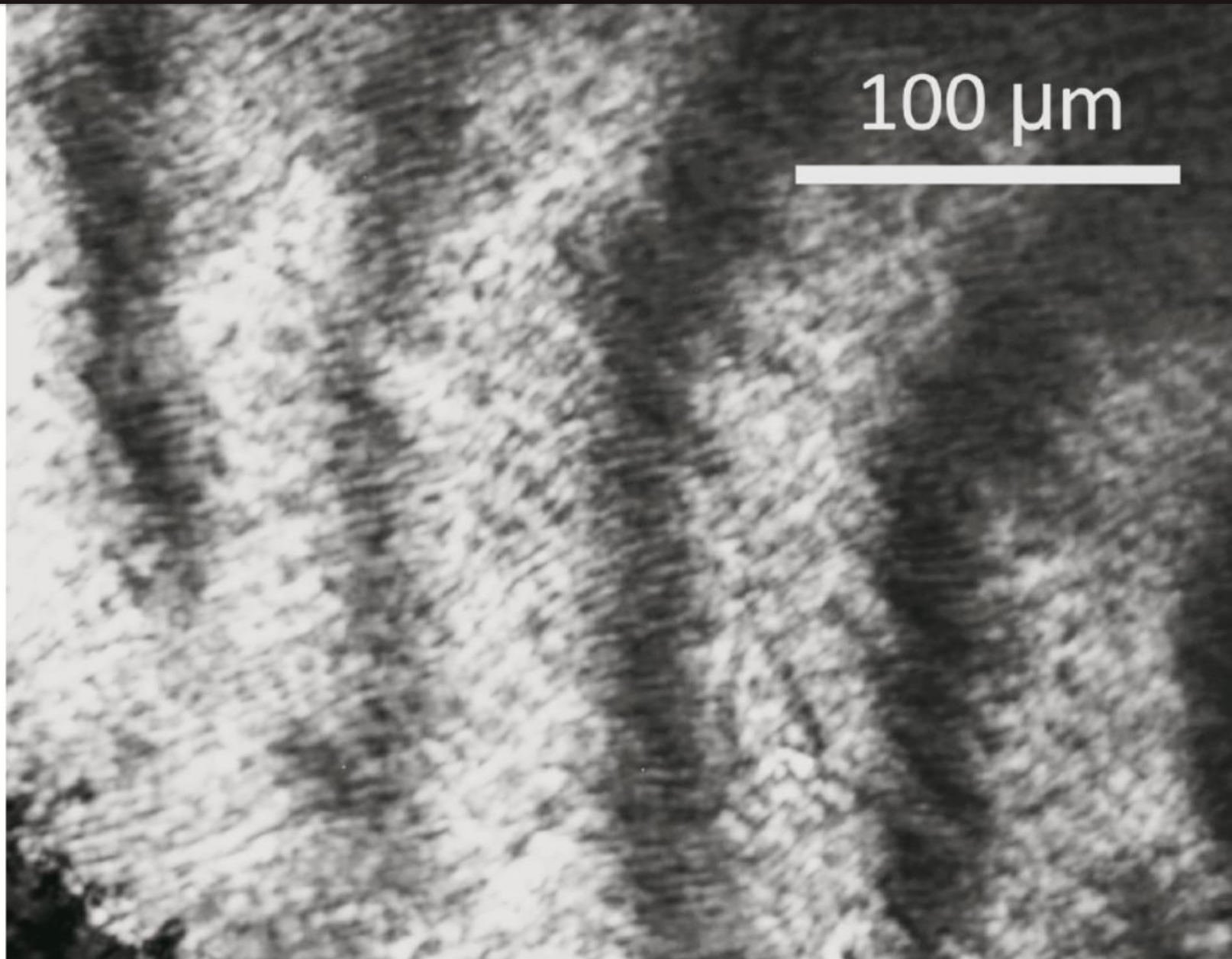
Cement
(*cementum*)

zvápenatělá vrstva,
stavbou odpovídající
vláknité kosti,
pokrývající zubovinu
krčku a kořene

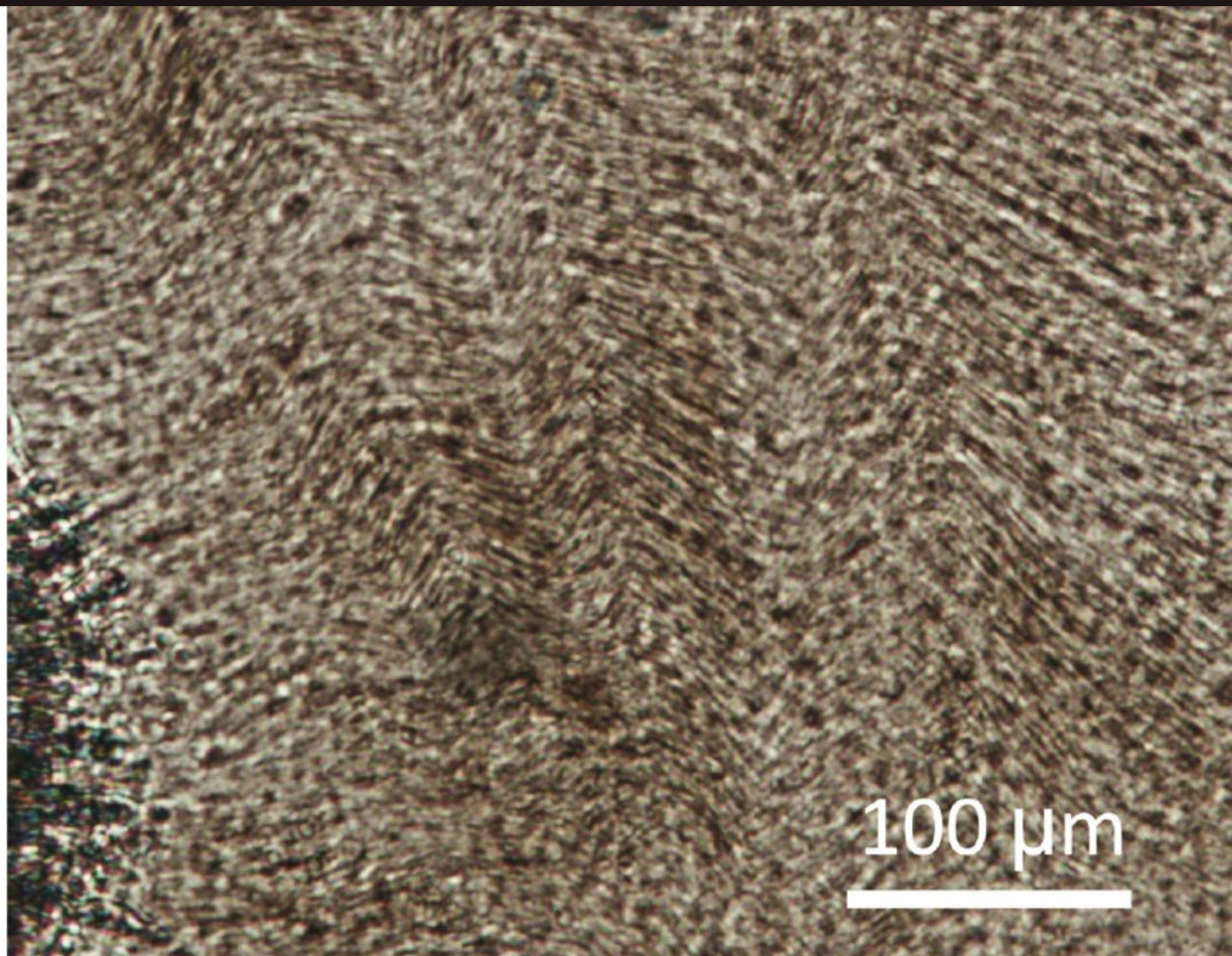
Histologický výbrus zubu v oblasti korunky zobrazený v polarizovaném světle pomocí světelného mikroskopu. Šipky ukazují na **Hunter-Schregerovy proužky** (*Hunter-Schreger bands*), střídající se světlé a tmavé zóny, které se táhnou od dentino-sklovinné hranice směrem k povrchu korunky a reprezentují skupiny prizmat s různým vlněním. Foto: AH

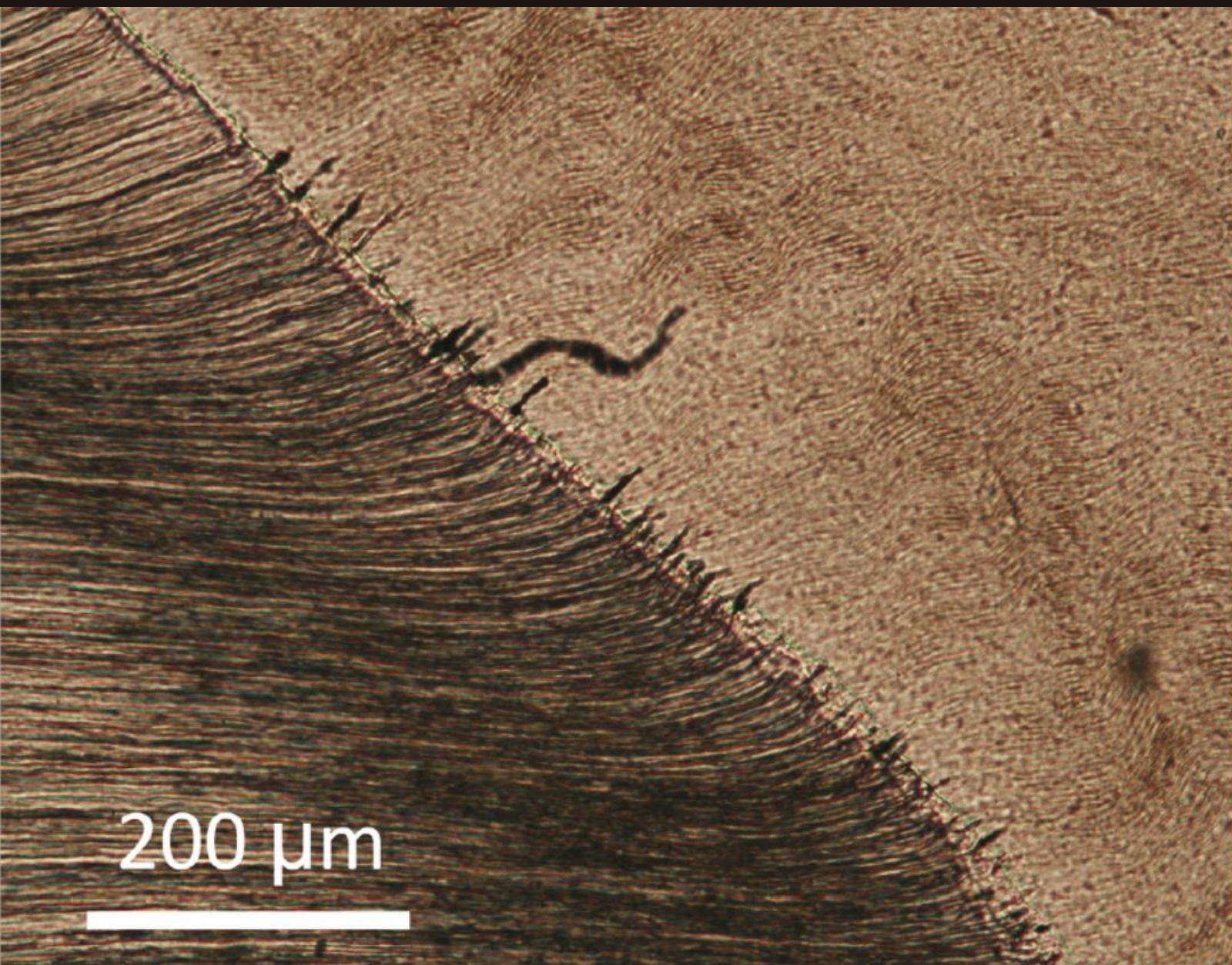


Bližší pohled na *Hunter-Schregerovy proužky*, zobrazeno v polarizovaném světle pomocí světelného mikroskopu. V oblasti světlých proužků, tzv. **parazónů** (*parazone*), je orientace prizmat na výbrusu longitudinální (dlouhá osa krystalků je orientovaná paralelně), zatímco v oblasti tmavých proužků, tzv. **diazónů** (*diazone*), jsou prizmata zastížena spíše šikmo nebo příčně. Foto: AH



Detail vlnitého/spirálovitého průběhu sklovinných prizmat v **nepravidelné sklovině** (*gnarled enamel*) na výbrusu trvalého zubu v blízkosti dentinového hrotu (vlevo dole), zobrazeno v procházejícím světle. Sklovinná prizmata neprobíhají od dentino-sklovinného spojení k povrchu korunky přímo, ale složitým způsobem, který odpovídá mechanickým nárokům kladeným na zub při zpracovávání potravy. Křížení svazků prizmat, jejich ohýbání v různých směrech a spirálovité stáčení kolem sebe se označuje jako **dekusace** (*decussation*). Tento jev je nejmarkantnější v oblasti hrotů hrbolků. Foto: AH



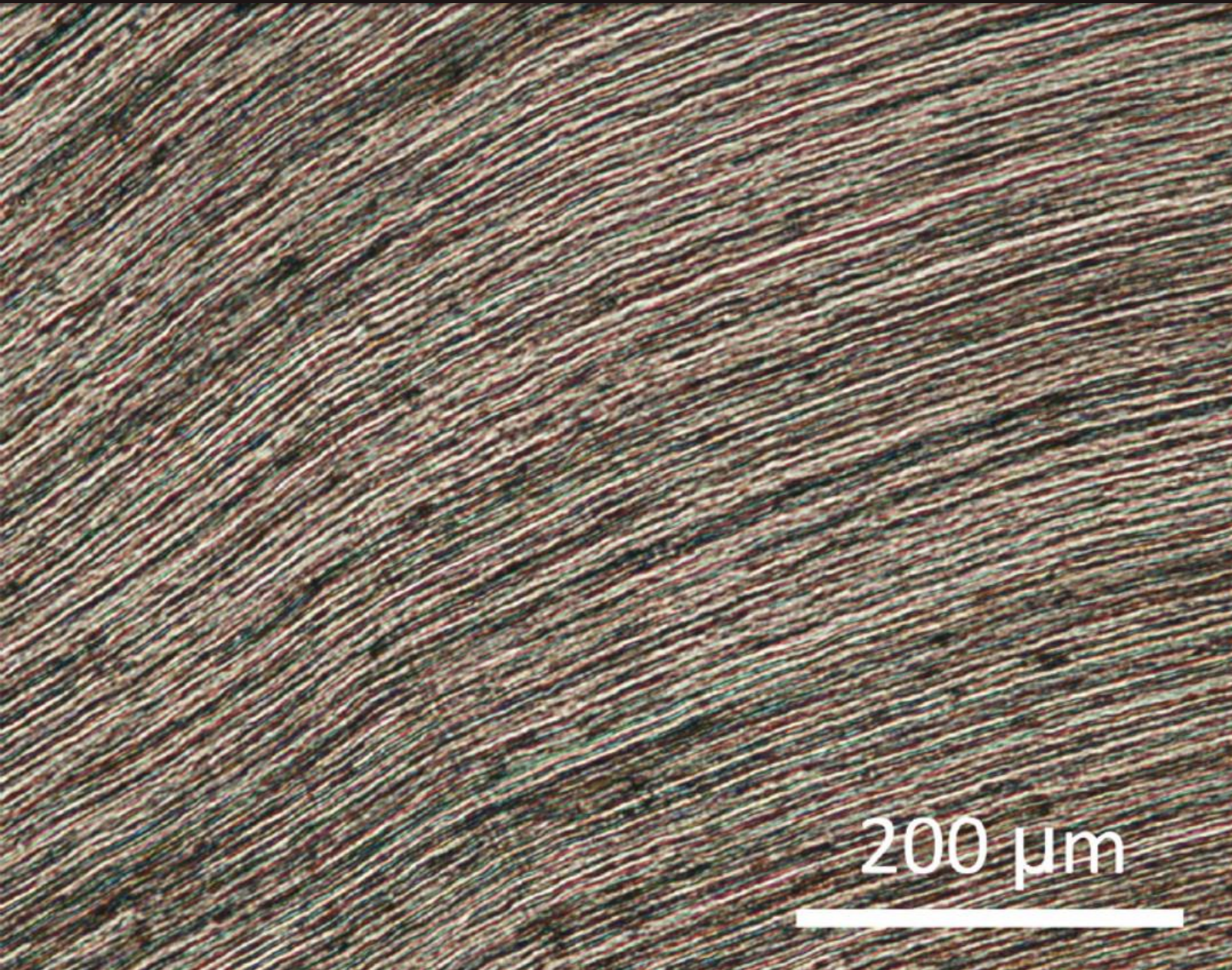


Detail **dentino-sklovinného spojení** (*enamel-dentine junction, edj*) na longitudinálním výbrusu trvalého zubu, zobrazeno v procházejícím světle. Sklovina je vpravo, dentin vlevo. Z dentinu směrem do skloviny pronikají výběžky odontoblastů ve formě *sklovinných vřetének (enamel spondles)*.
Foto: AH

500 μm

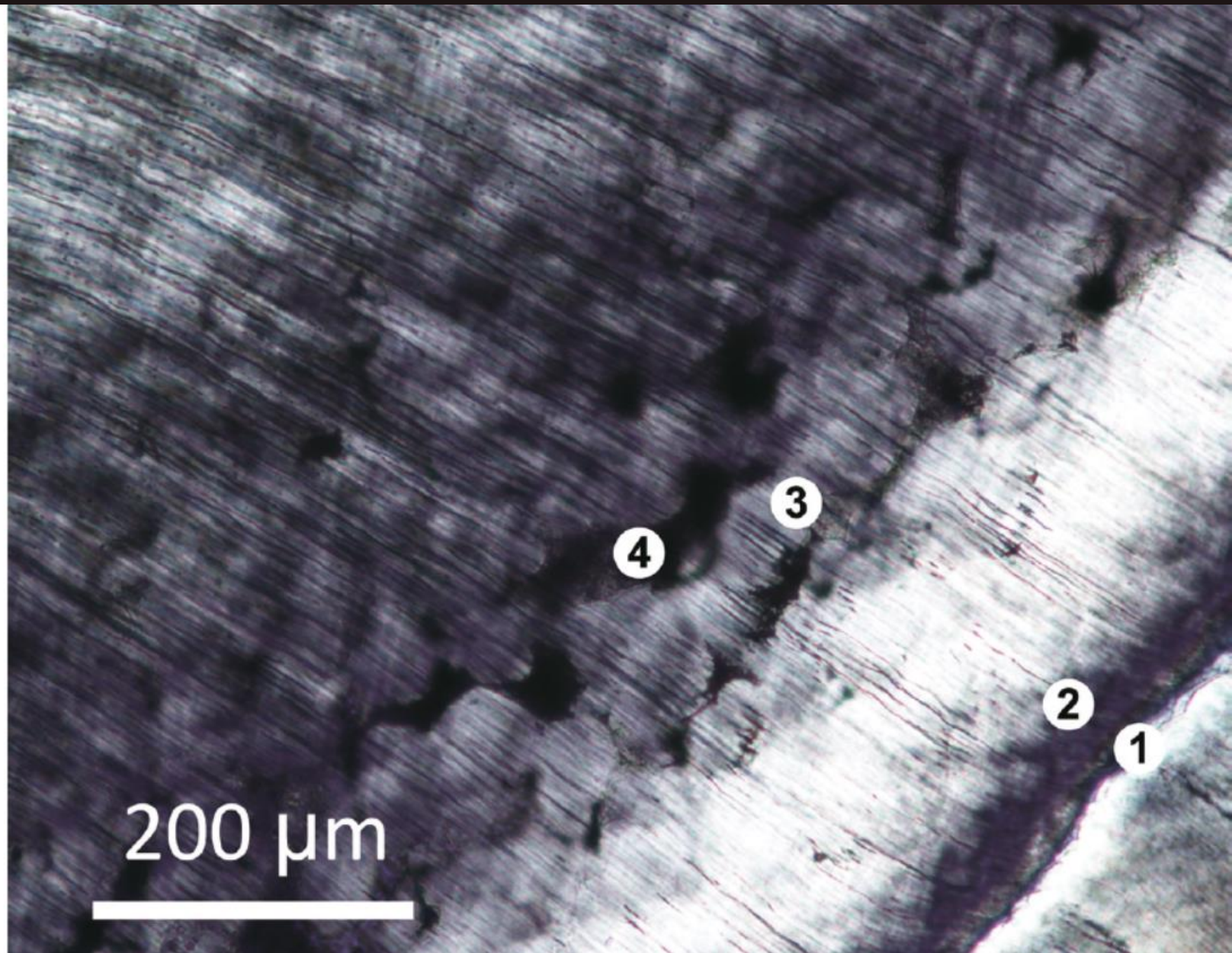


Průběh dentinových tubulů v oblasti korunkového dentinu na výbrusu trvalého zubu, zobrazeno v polarizovaném světle. Nejzevnější vrstvy v blízkosti skloviny (pravý dolní roh) se označují jako **plášťový dentin** (*mantle dentine*), vnitřní vrstvy dentinu jako **cirkumpulpární dentin** (*circumpulpal dentine*). Esovité zakřivení tubulů vzniká v důsledku posunování odontoblastů apikálně s přibývajícím dentinem dovnitř zubu směrem k dřeňové dutině (levý horní roh). Foto: AH

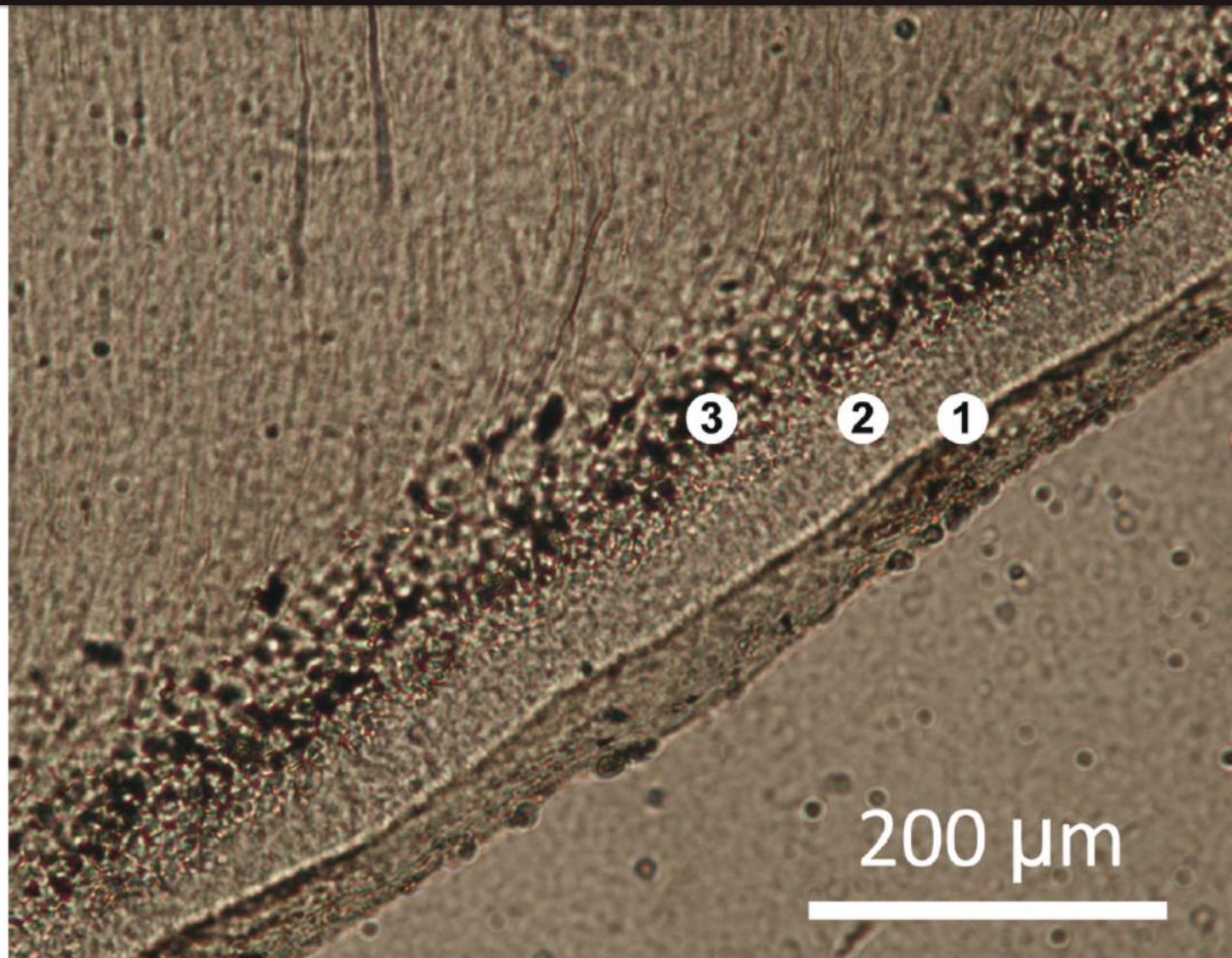


Detail **dentinových tubulů** v oblasti cirkumpulparního dentinu. Stěny dentinových tubulů utváří silně mineralizovaný *peritubulární dentin* (*peritubular dentine*). Začíná se tvořit ve starších oblastech vnějšího dentinu. Může se ukládat uvnitř tubulů jako *intratubulární dentin* (*intratubular dentine*). Dentin ve zcela vyplněných dentinových tubulech se označuje jako *sklerotický dentin* (*sclerotic dentine*). Navzájem tubuly odděluje *intertubulární dentin* (*intertubular dentine*), který vzniká postupným narůstáním a splýváním kalcosferitů v průběhu mineralizace. Foto: AH

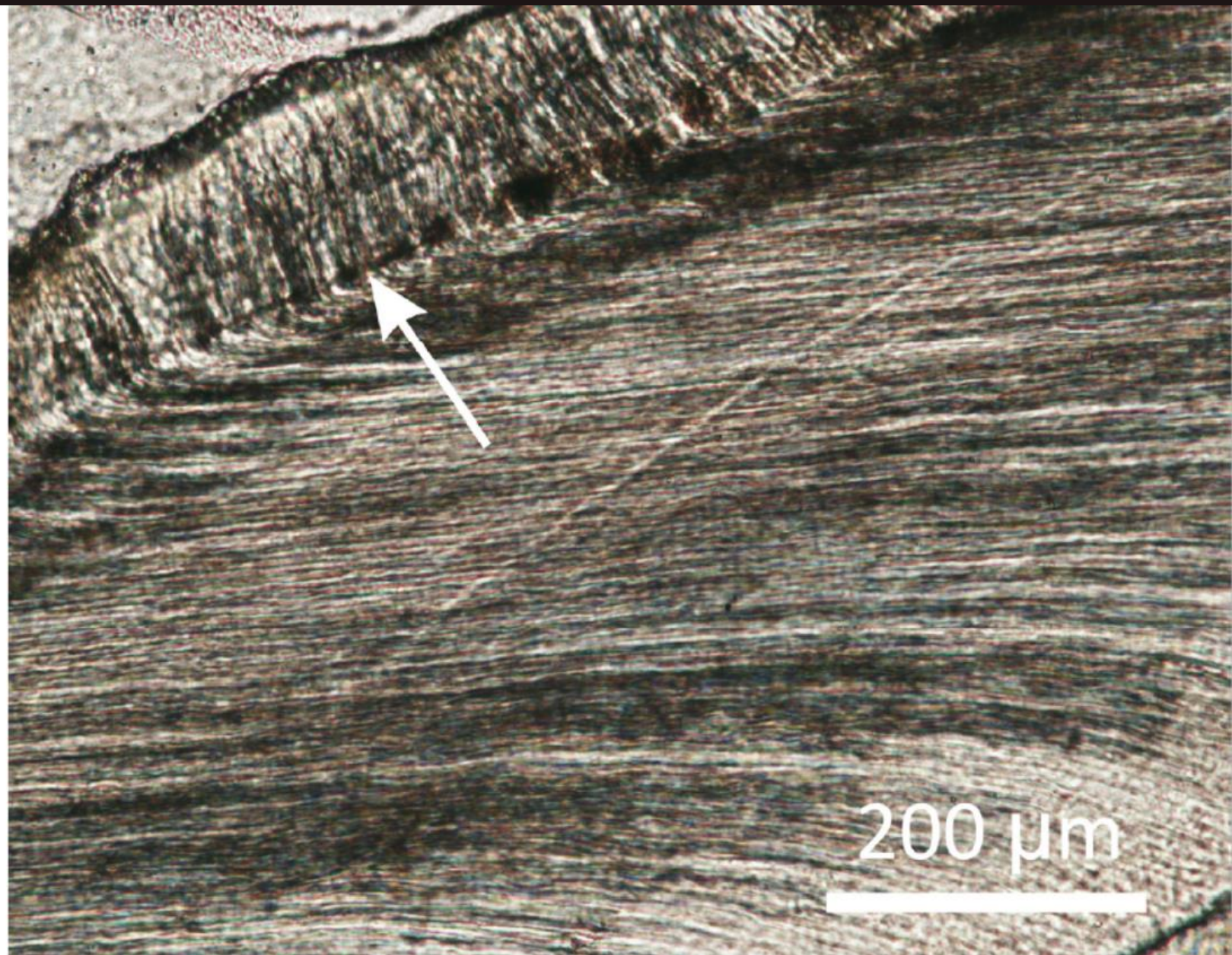
Detail korunkového dentinu v blízkosti *dentino-sklovinného spojení* (1). Na sklovinu naléhá *plášťový dentin* (2; *mantle dentine*), který představuje první vrstvy primárního dentinu. Na hranici s cirkumpulpárním dentinem, v oblastech neúplné kalcifikace, kde nedošlo k plnému splynutí kalcosferitů, zůstávají mezi těmito kalcifikovanými sférickými útvary tzv. **globulárního dentinu** (3; *globular dentin*) nepravidelná nemineralizovaná místa, takzvané **interglobulární prostory** (4; *interglobular spaces*). Dentinové tubuly probíhají diagonálně zprava doleva, kříží je inkrementální linie s téměř svislým průběhem. Foto: AH

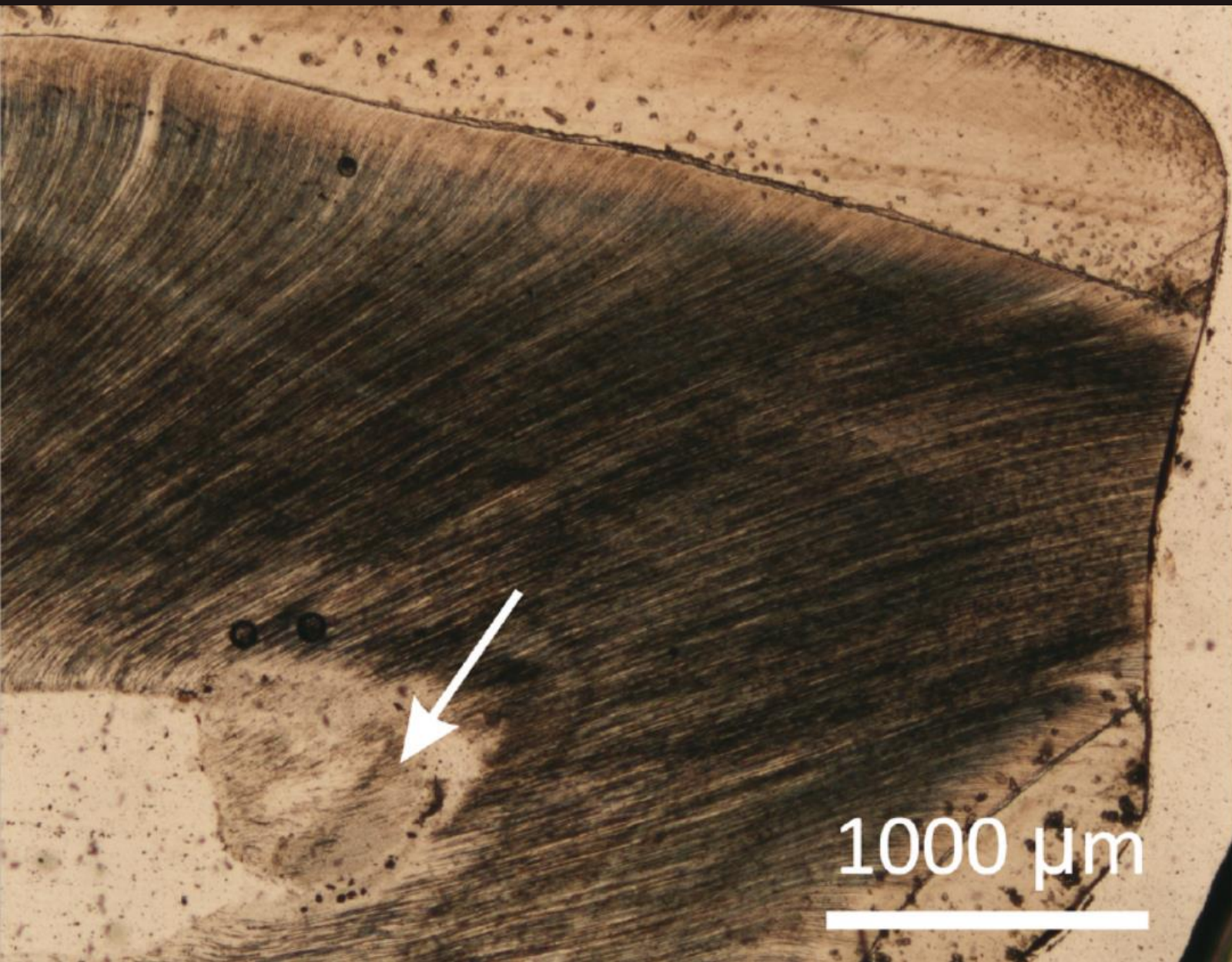


Detail kořenového dentinu v blízkosti *dentino-cementového spojení* (1). Nejzevnější vrstva se označuje jako **hyalinní vrstva** (2; *hyaline layer*), na kterou naléhá zrnitá **granulární vrstva Tomesova** (3; *granular layer of Tomes*) s drobnými oddělenými kalcosferity a velkým množstvím interglobulárních prostorů, které vyplňuje nemineralizovaná dentinová matrix. Foto: AH

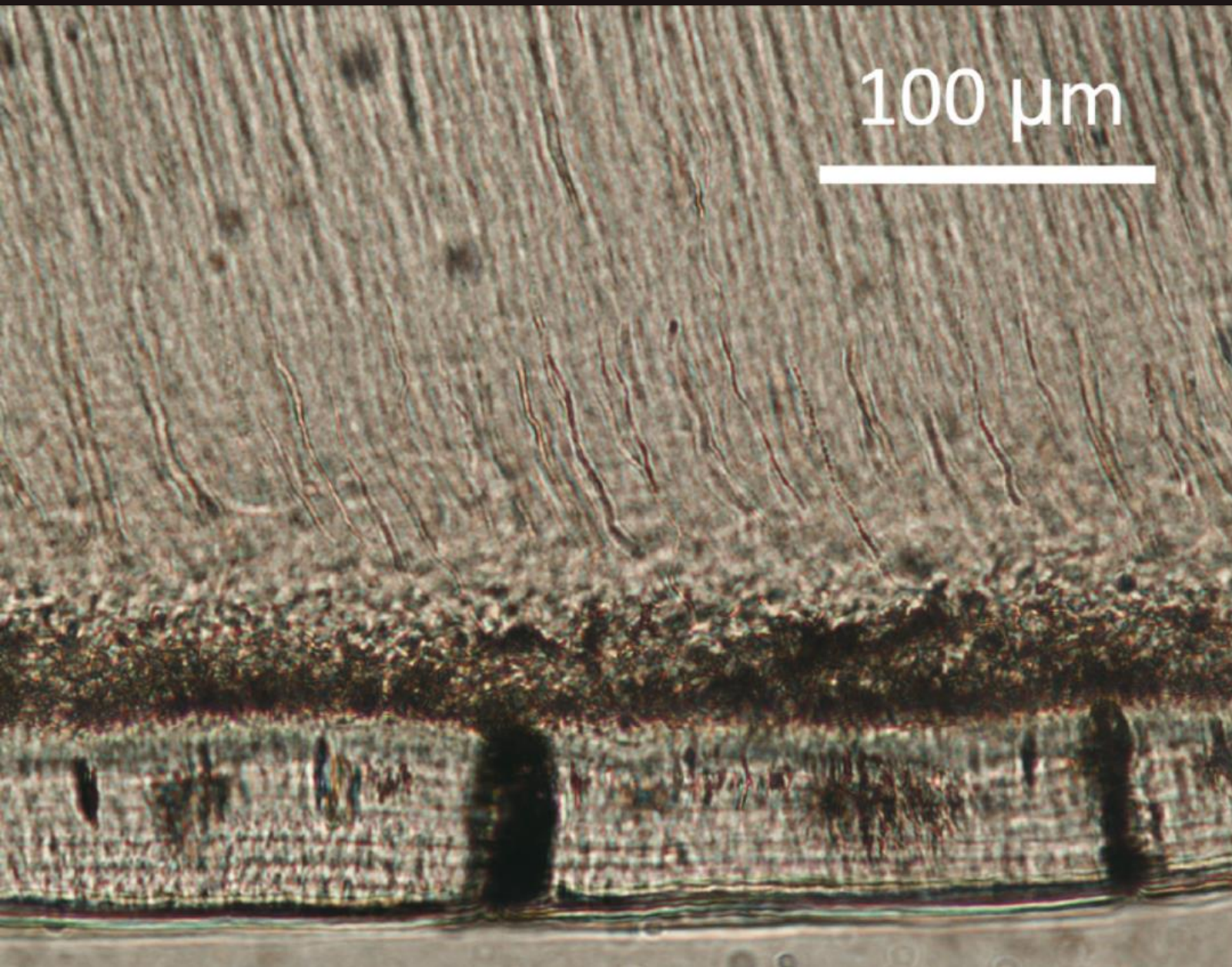


Sekundární dentin se vytváří u plně zformovaných prořezaných zubů v průběhu celého života pomalou produkcí odontoblastů lemujících dřeňovou dutinu a kořenový kanálek. Šipka ukazuje hranici mezi **primárním dentinem** a **sekundárním dentinem**, kterou vymezuje změna směru dentinových tubulů. V levém horním rohu dřeňová dutina, v pravém dolním rohu dentino-sklovinná hranice. Dentinové tubuly jdou téměř horizontálně, diagonálně je kříží akcentovaná linie. Foto: AH



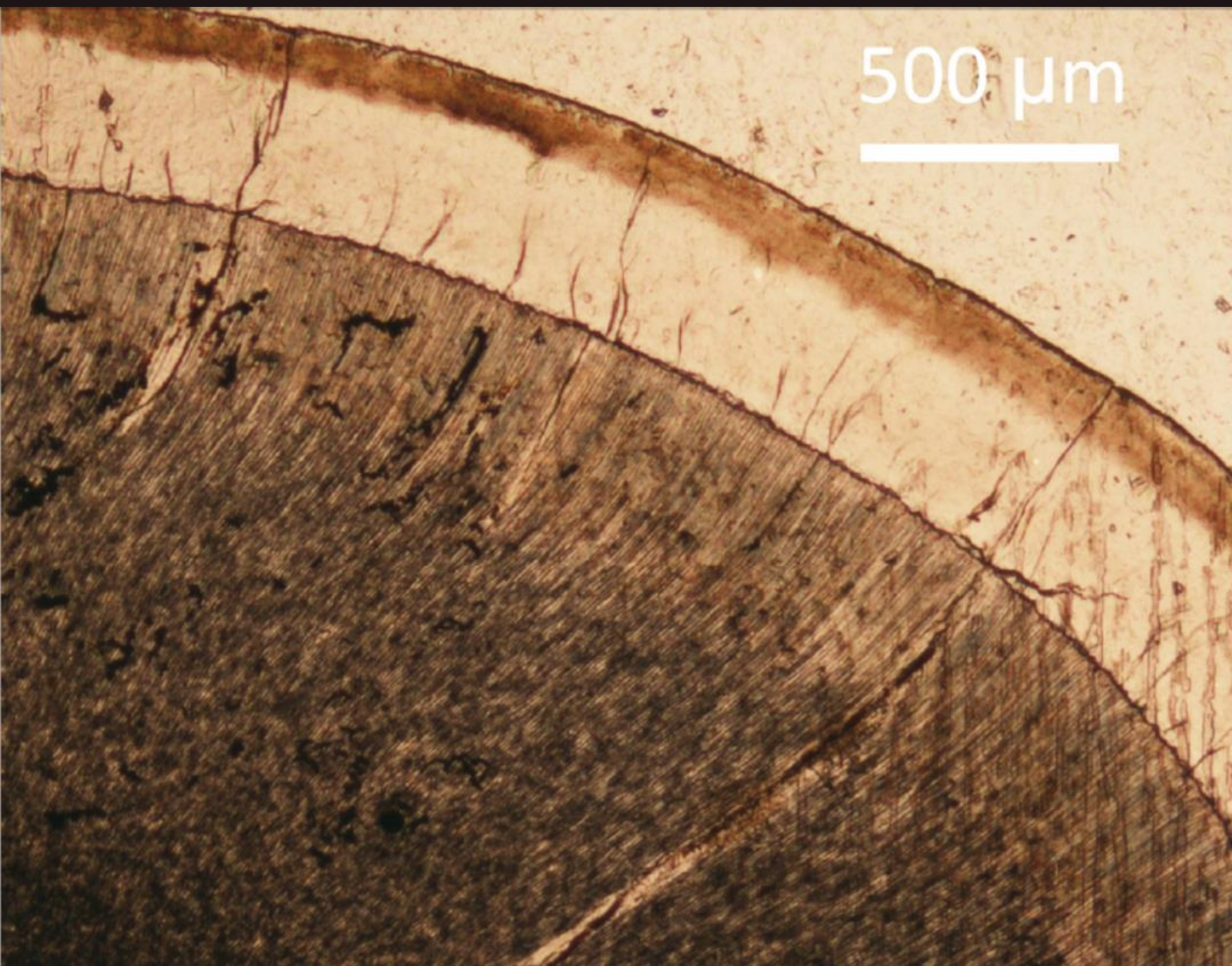


Histologický výbrus vysoce abradovaného horního dočasného špičáku v oblasti korunky a vrcholu dřeňové dutiny, kde se pod vlivem vnějších stimulů ukládá *terciární dentin*. Šipka ukazuje na **reakční dentin**, formu terciárního dentinu, která vzniká jako pomalá reakce zubu na poškození atricí/abrazí. Jako rychlá odpověď při poškození zubu kazem se vytváří *dentin reparační*. Foto: AH

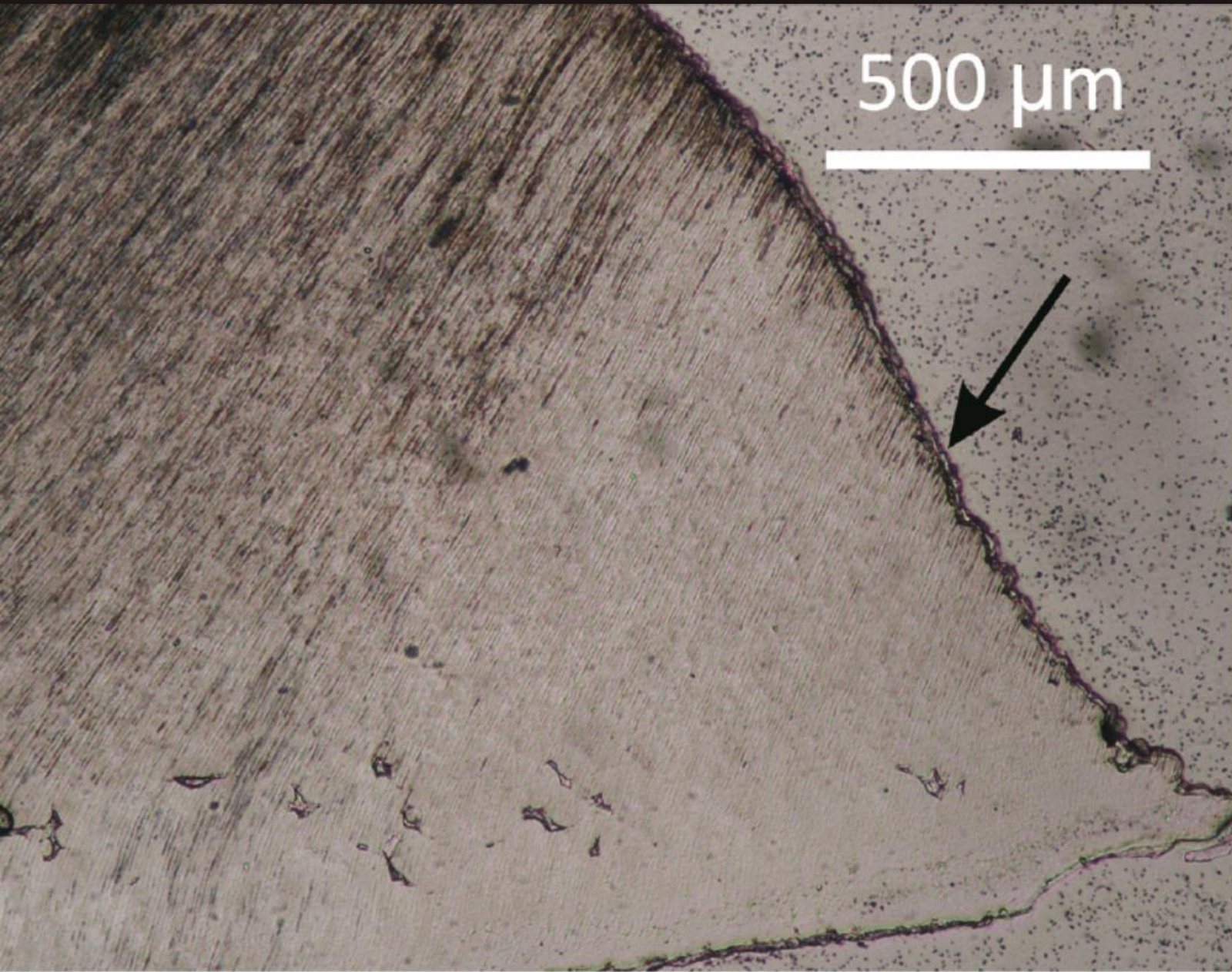


100 μm

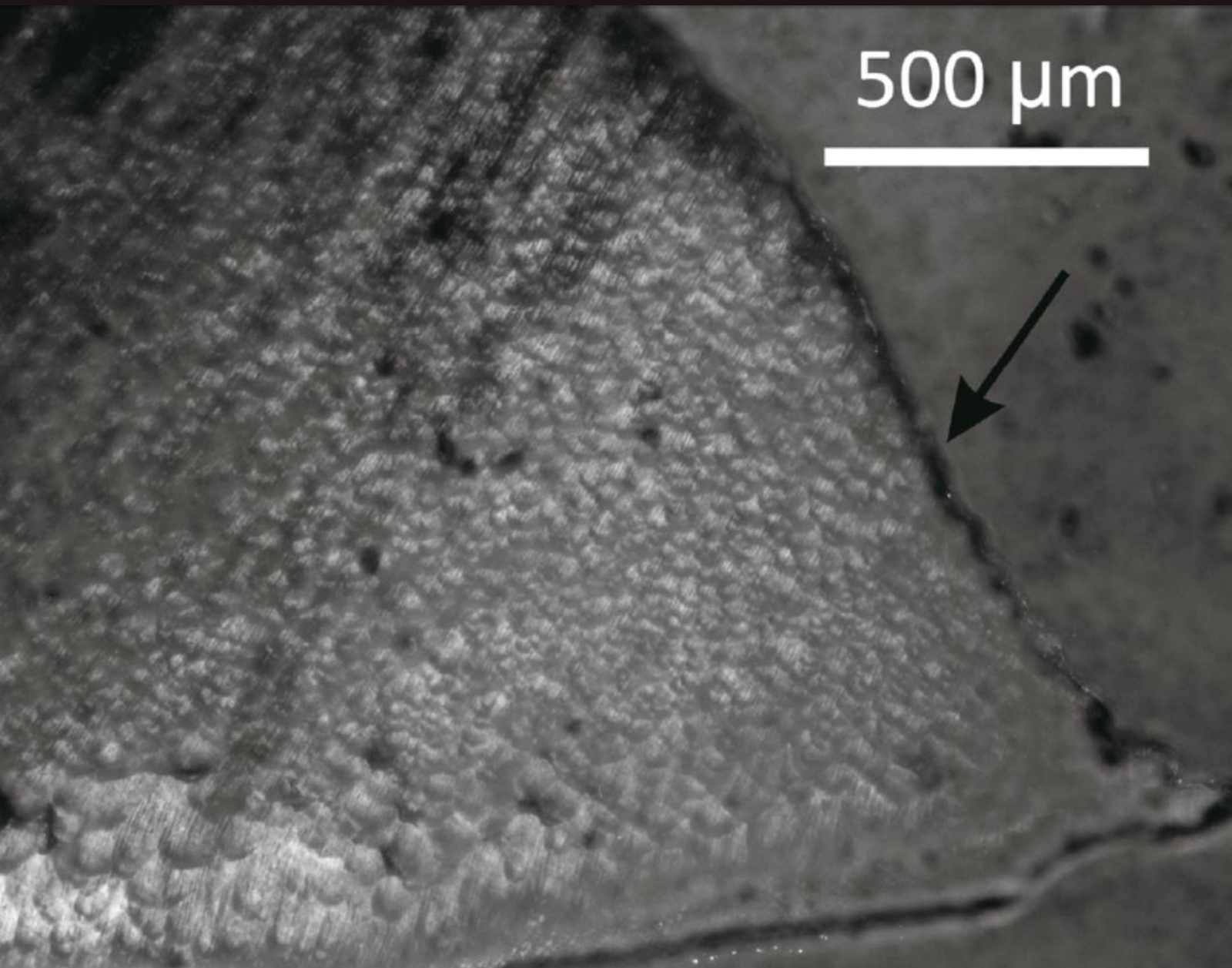
Detail ***dentino-cementového spojení*** na longitudinálním výbrusu trvalého zubu, zobrazeno v procházejícím světle. Dentin je nahoře; cement dole, je patrné jeho vrstevnaté přirůstání (vodorovné linie). Foto: AH



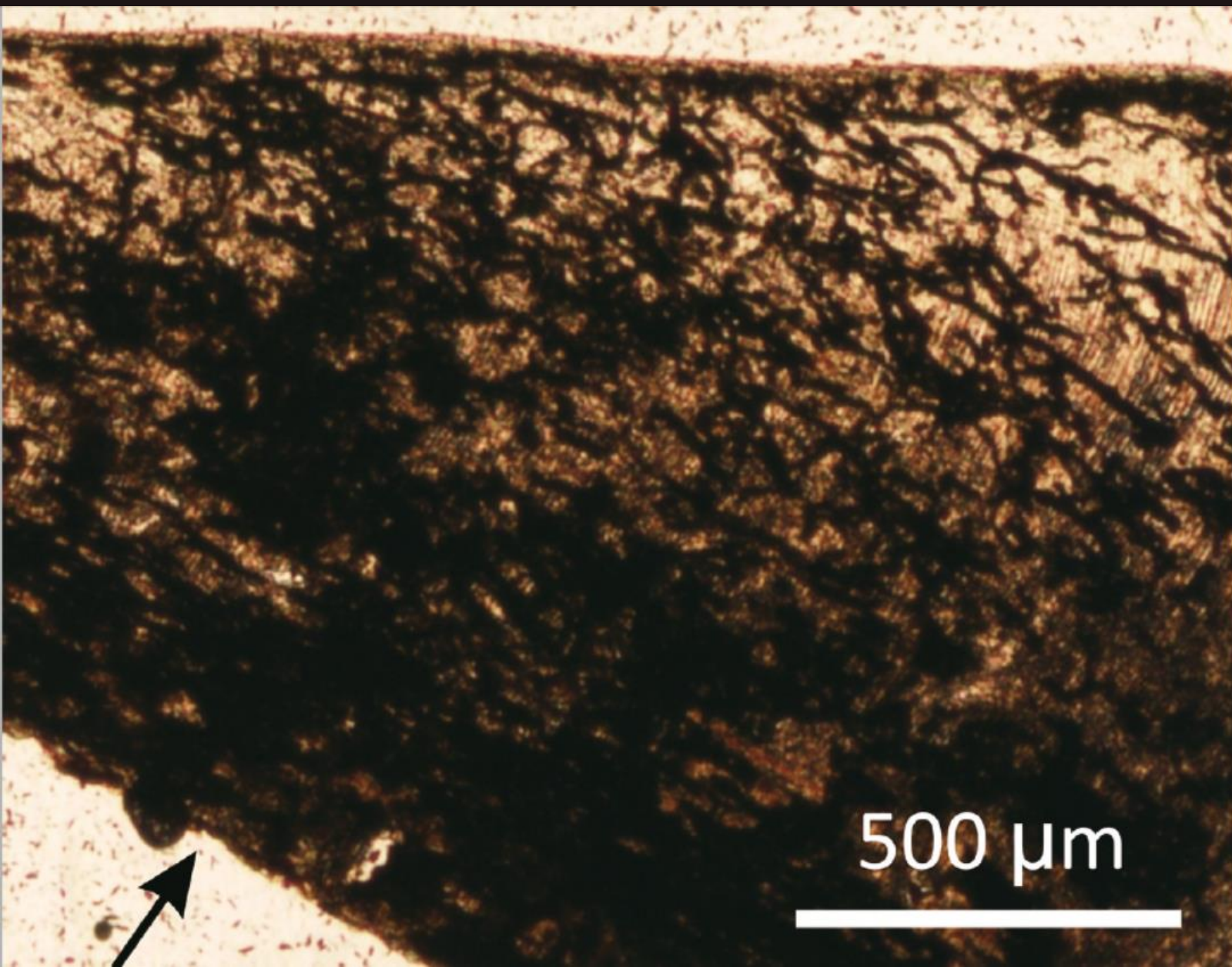
Dentino-sklovinné spojení na transverzálním výbrusu trvalého zubu, zobrazeno v procházejícím světle. Dentin je dole, sklovina nahoře. Ve vnitřní třetině skloviny jsou patrné *sklovinné trsy (enamel tufts)*, podobné trsům trávy a prasklinky probíhající celou její tloušťkou, tzv. *sklovinné lamely (enamel lamellae)*. Foto: AH



Histologický výbrus třetí horní trvalé stoličky nedospělého jedince s neukončeným vývojem chrupu, zobrazeno v procházejícím světle. Šipka ukazuje na poslední již dosti mineralizované inkrementy zformované krátce před smrtí. U zubů z archeologických nálezů bývá vyvíjející se ostrý okraj velice křehký a často poškozený. Za života je pokrytý ještě tenkou vrstvou nemineralizované matrix (predentin o tloušťce asi 40 μm), která však snadno podléhá erozi a dekompozici v průběhu postdepozičních či tafonomických procesů a tudíž se nezachovává. Foto: AH



Histologický výbrus třetí horní trvalé stoličky nedospělého jedince s neukončeným vývojem chrupu, zobrazeno v polarizovaném světle. Šipka ukazuje na poslední (zachovalé) inkrementy, označující poslední pozici posouvající se mineralizační fronty. V dentinu jsou patrné různě rozsáhlé, postupně se zvětšující a splývající kalcosferity s tmavým okrajem kolem hrotu, směřujícího k dentino-sklovinné hranici (vlevo) a otevřenou bází, směřující k dřeňové dutině (vpravo). Nejmenší jsou nejpozději zformované kalcosferity, vytvořené krátce před smrtí. Foto: AH

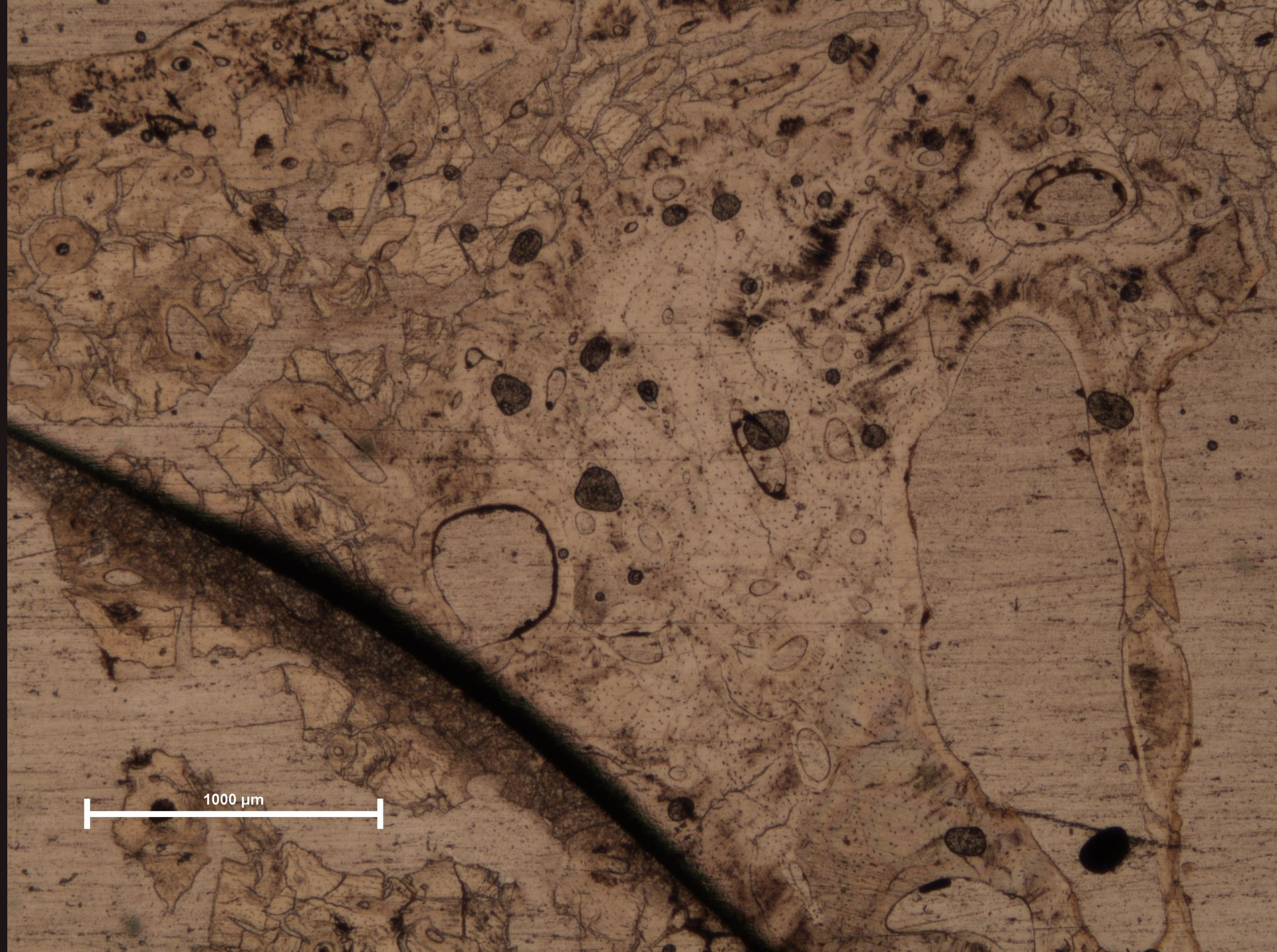


Histologický výbrus prvního horního trvalého řezáku dítěte z archeologického nálezu, zobrazeno v procházejícím světle. Šipka ukazuje na poslední (zachovalé) inkrementy rostoucího kořene, vytvořené krátce před smrtí. Kořenový dentin je těžce tafonomicky pozměněn. Foto: AH

Histologické preparáty

Cvičení

1b pribice

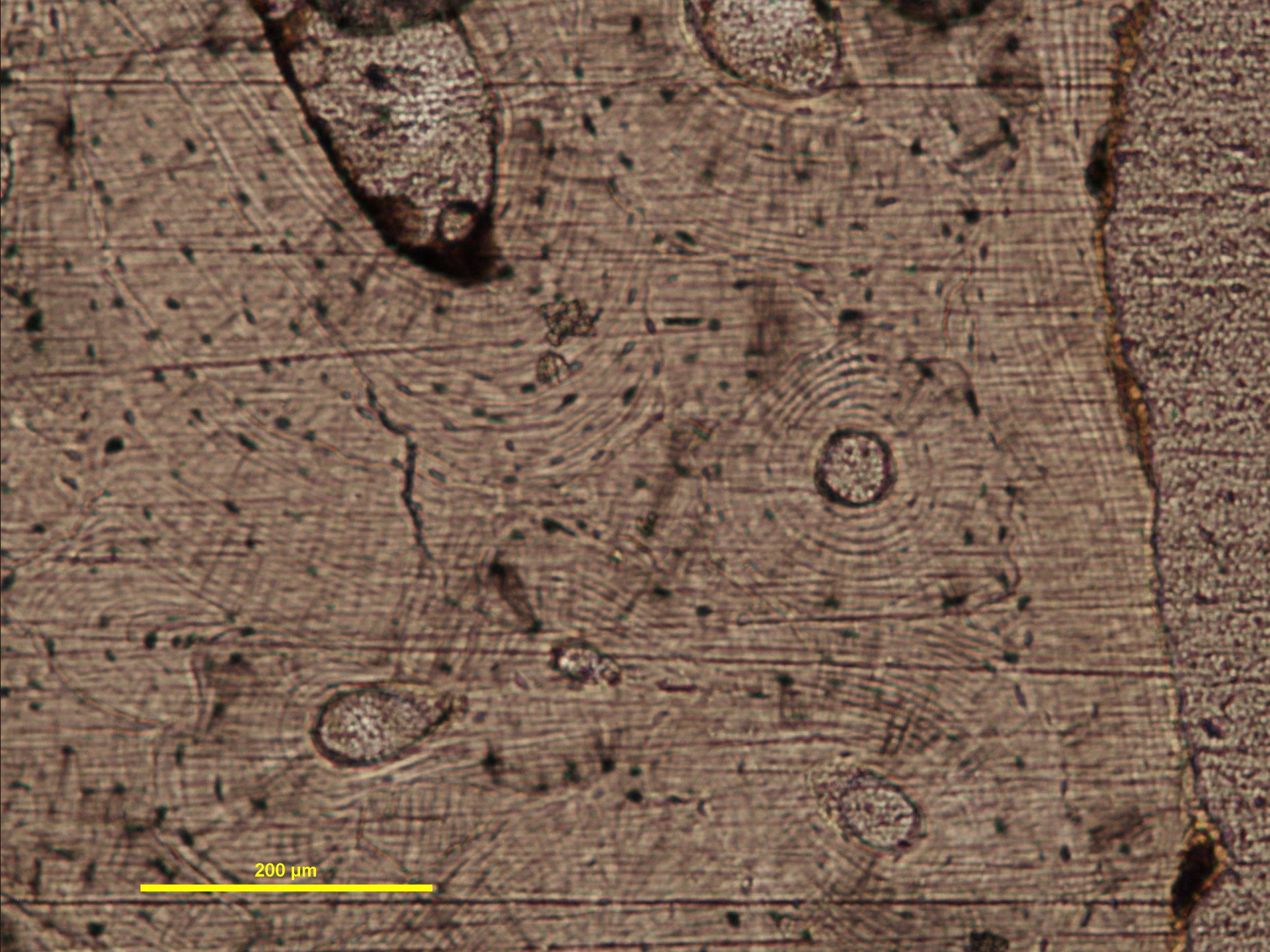


1000 μm

1b pribice

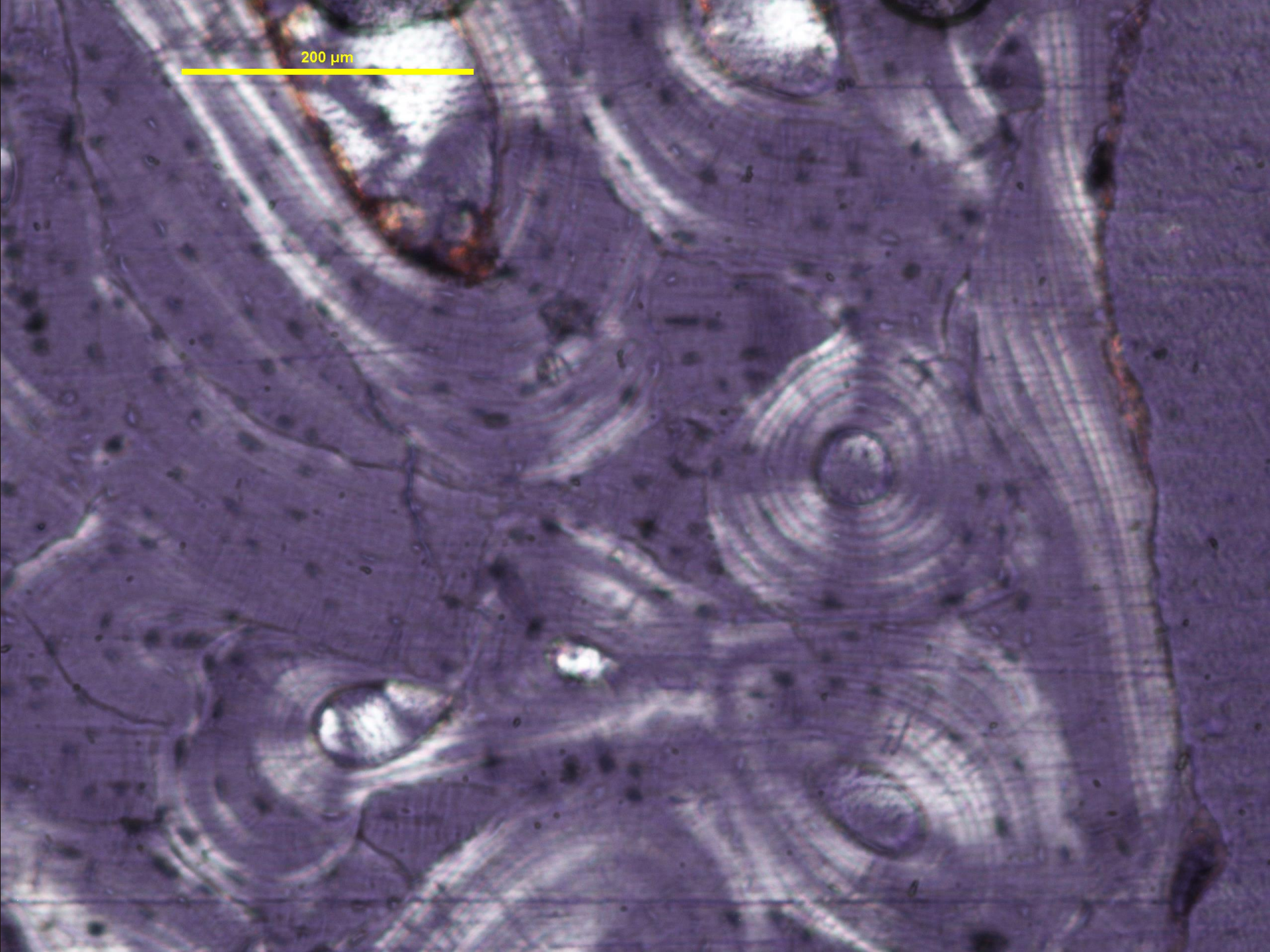


1b pribice



200 μm

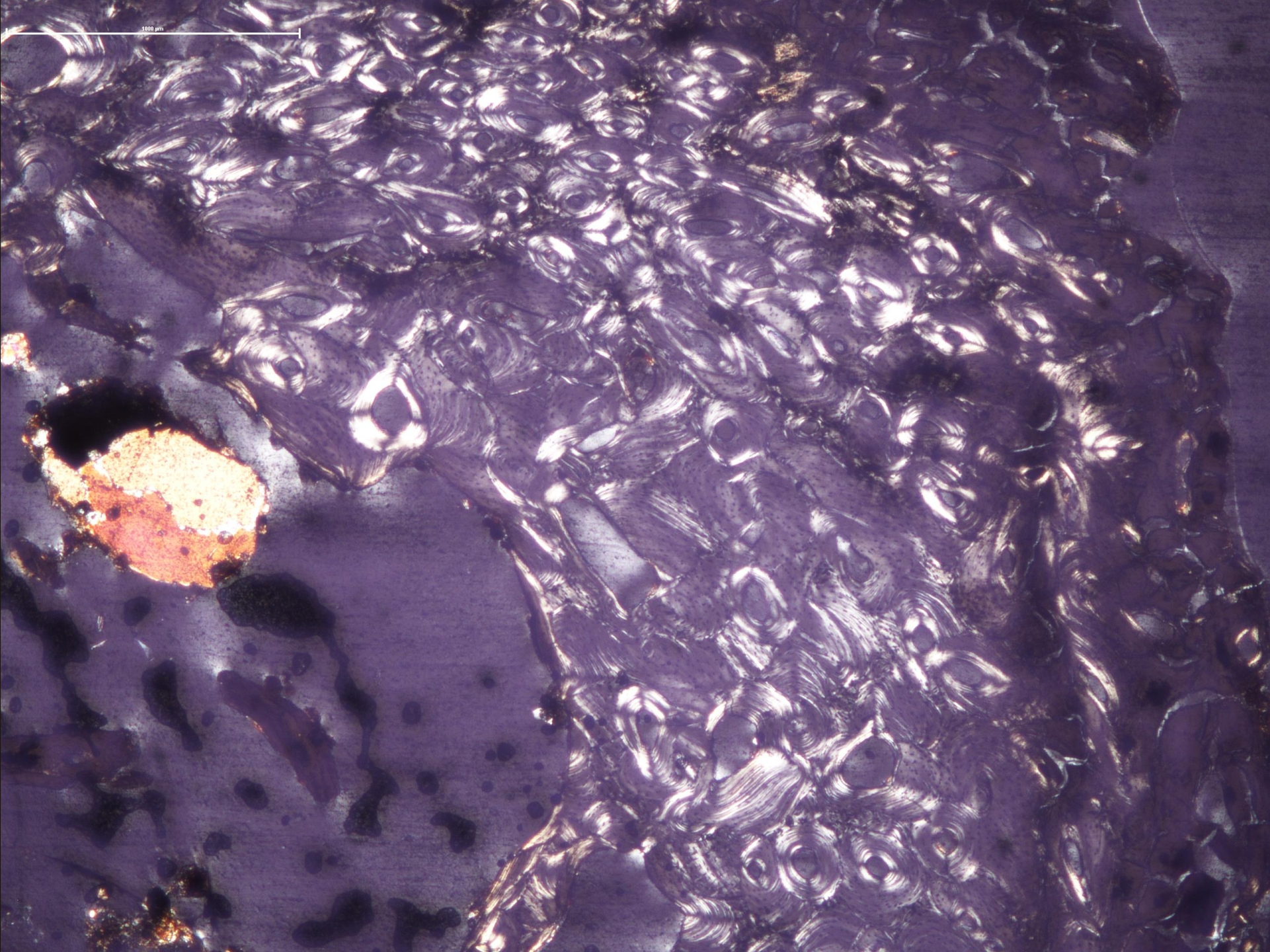
1b pribice



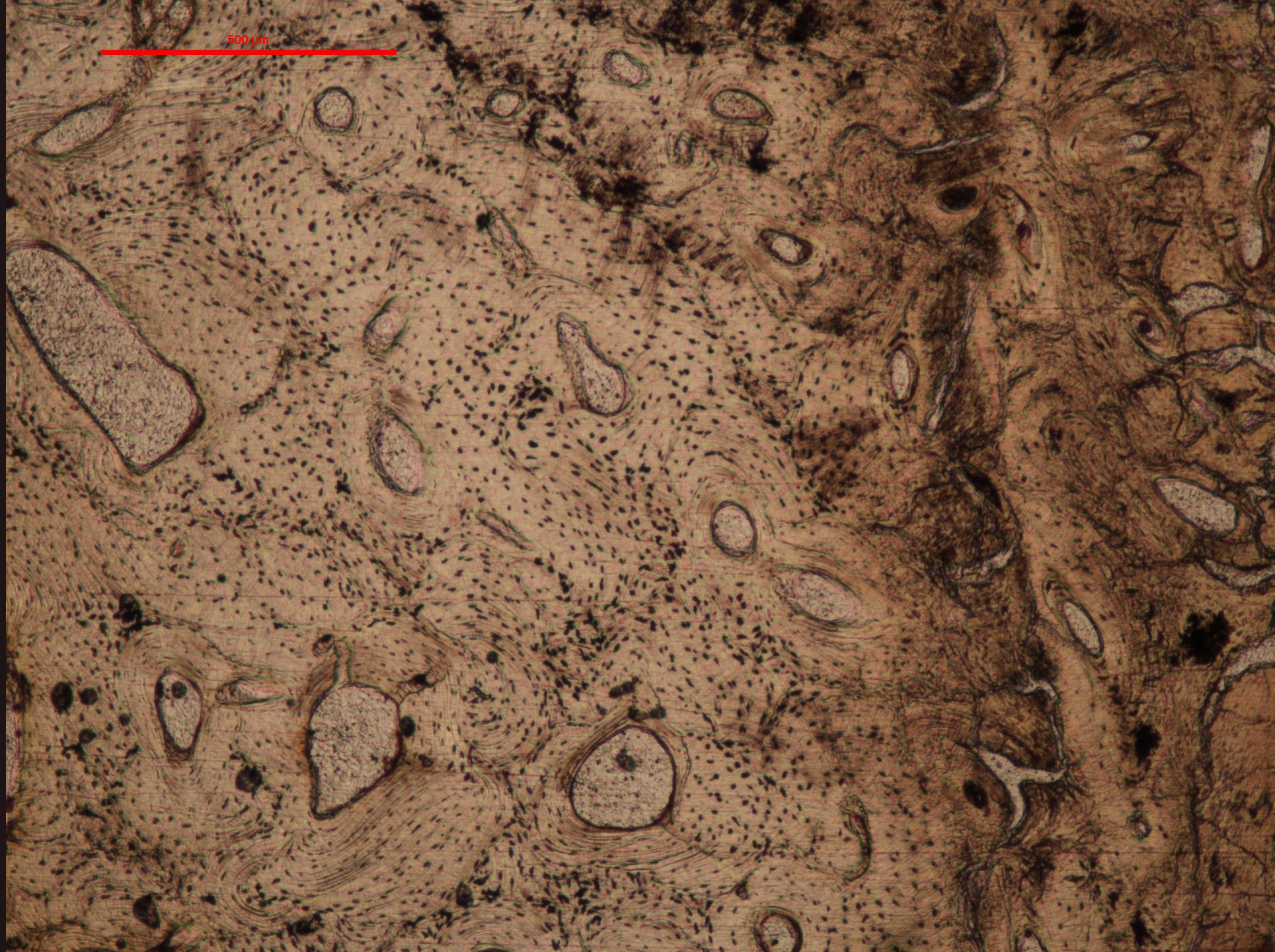
2b pribice



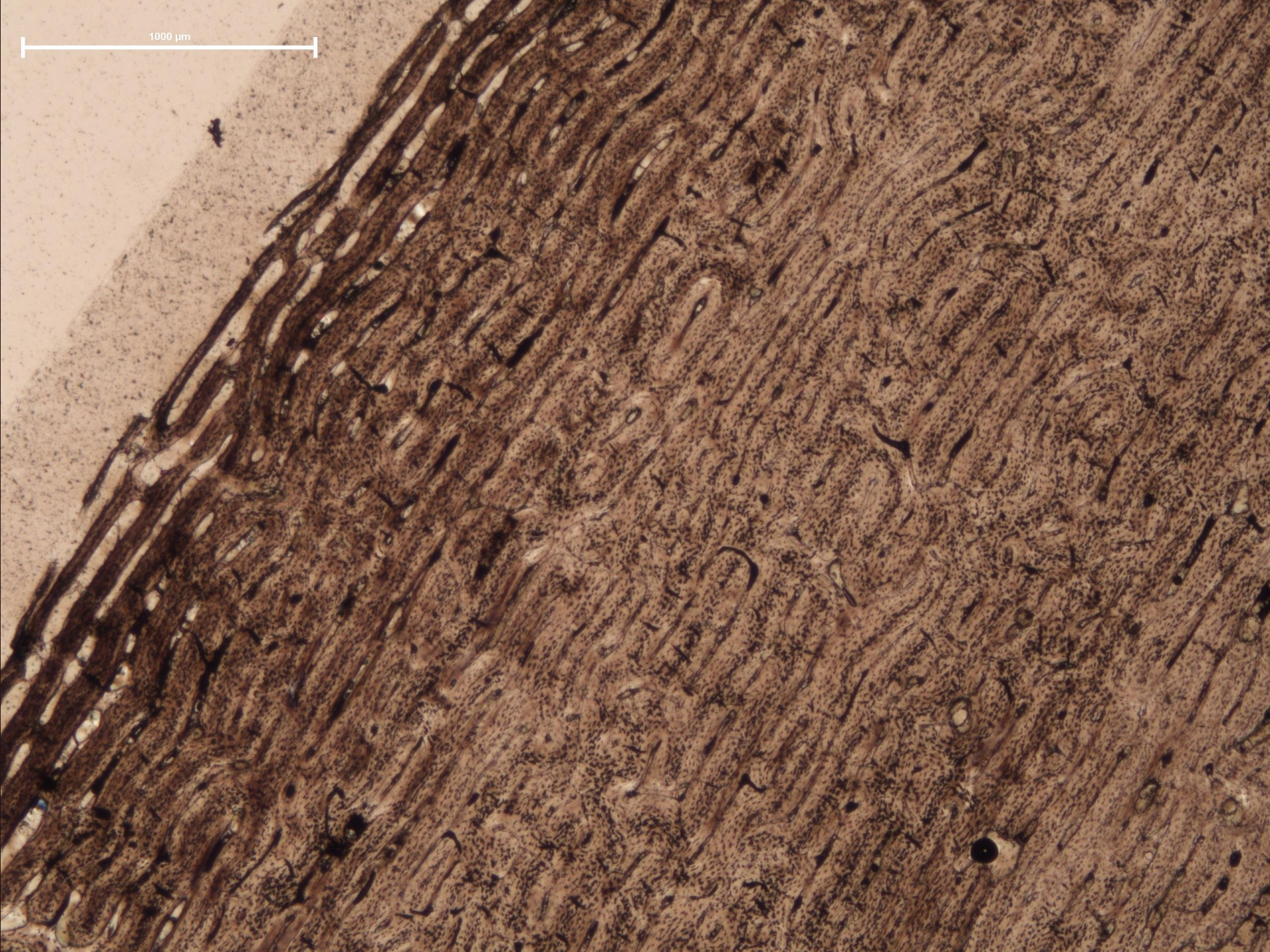
2b pribice



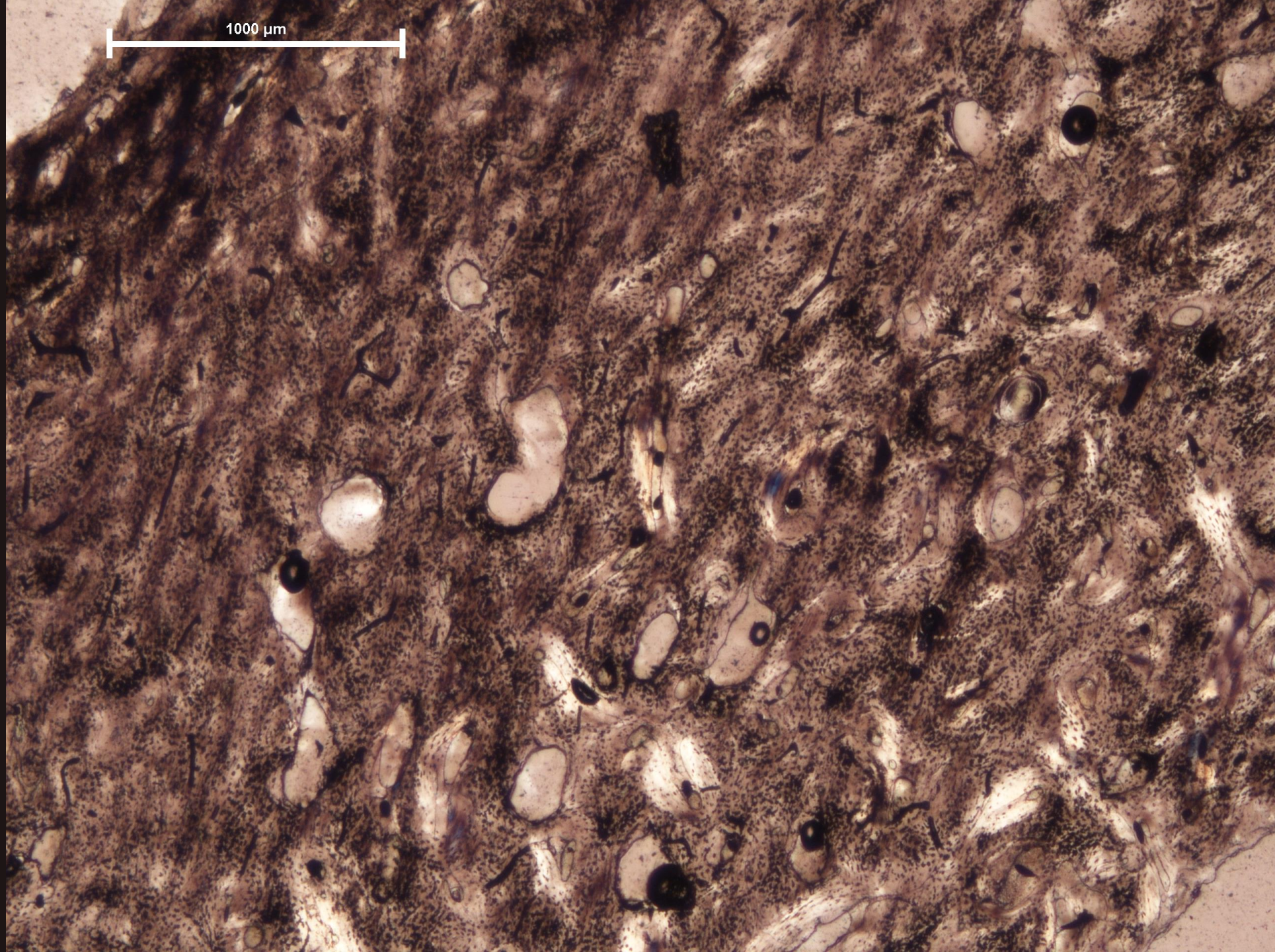
2b pribice

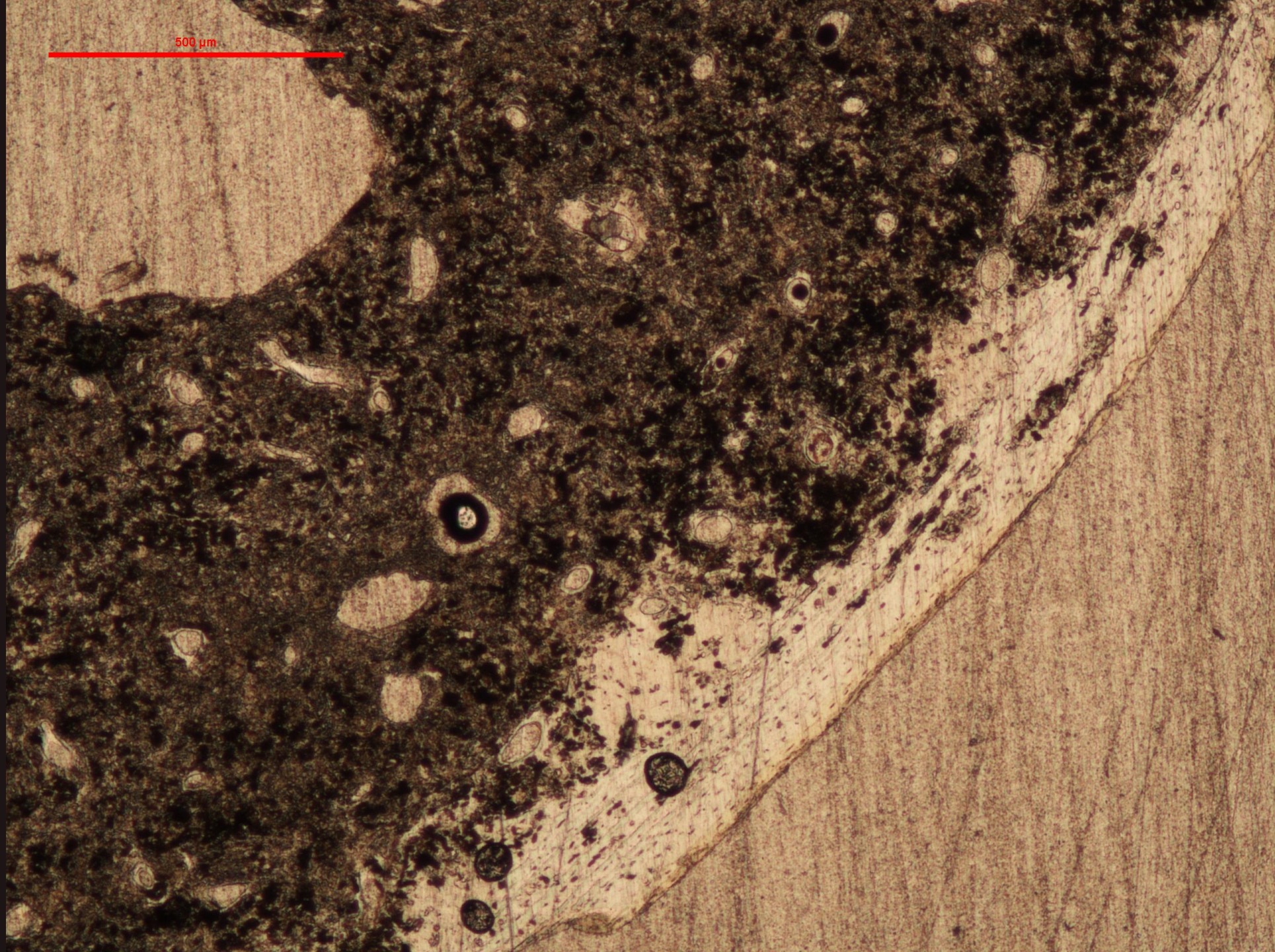


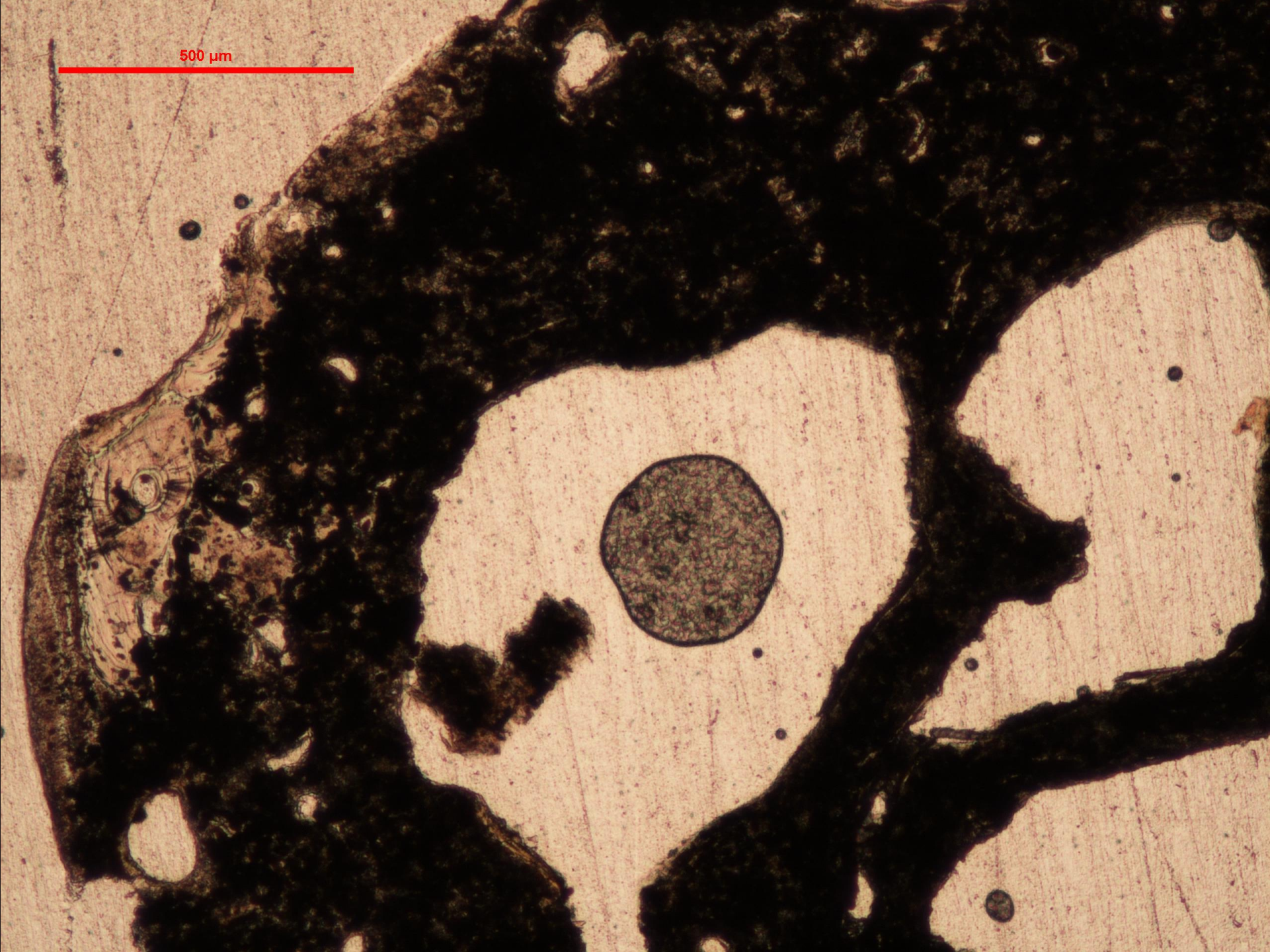
eks_2b-1



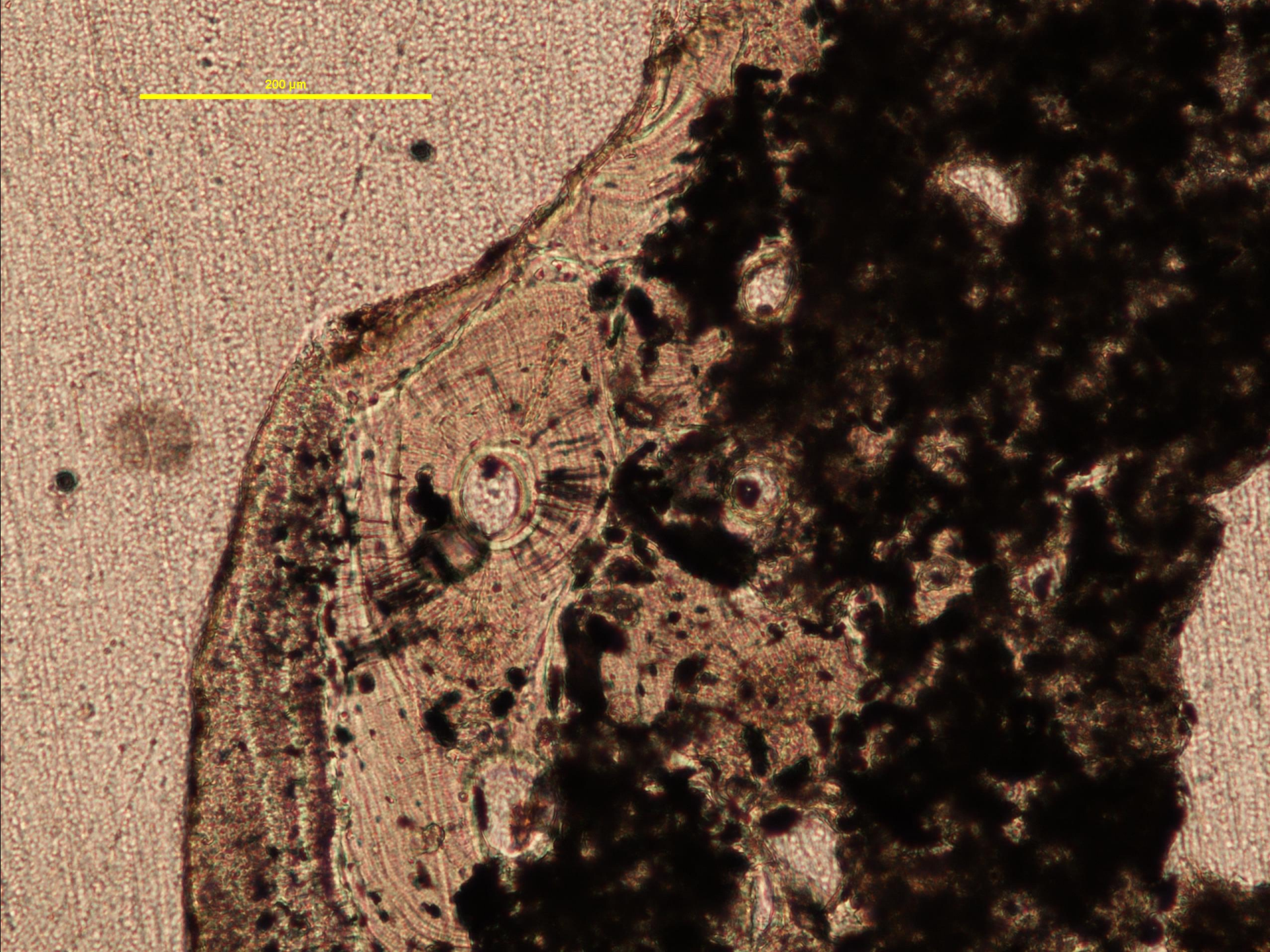
eks_2b-1

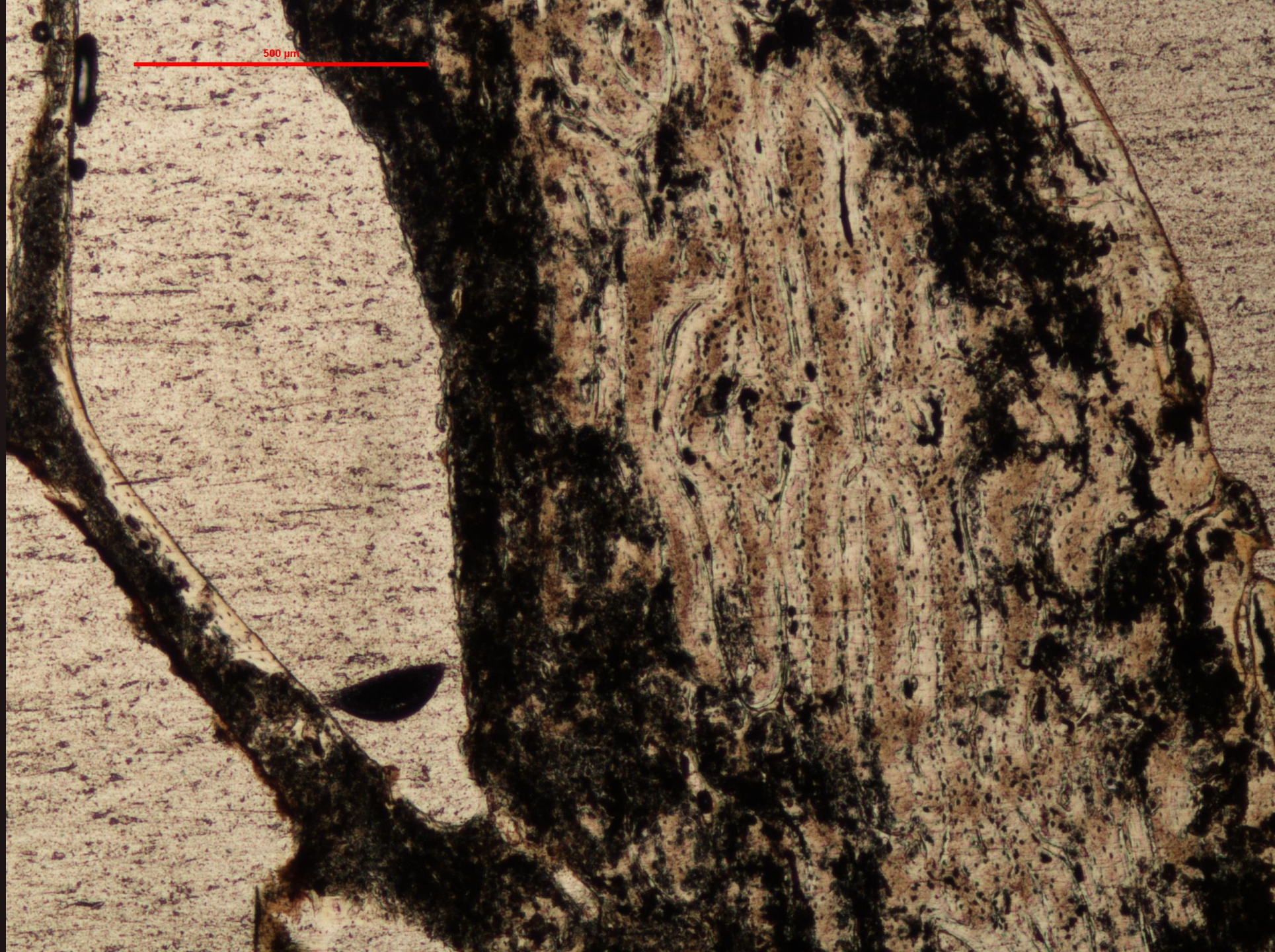


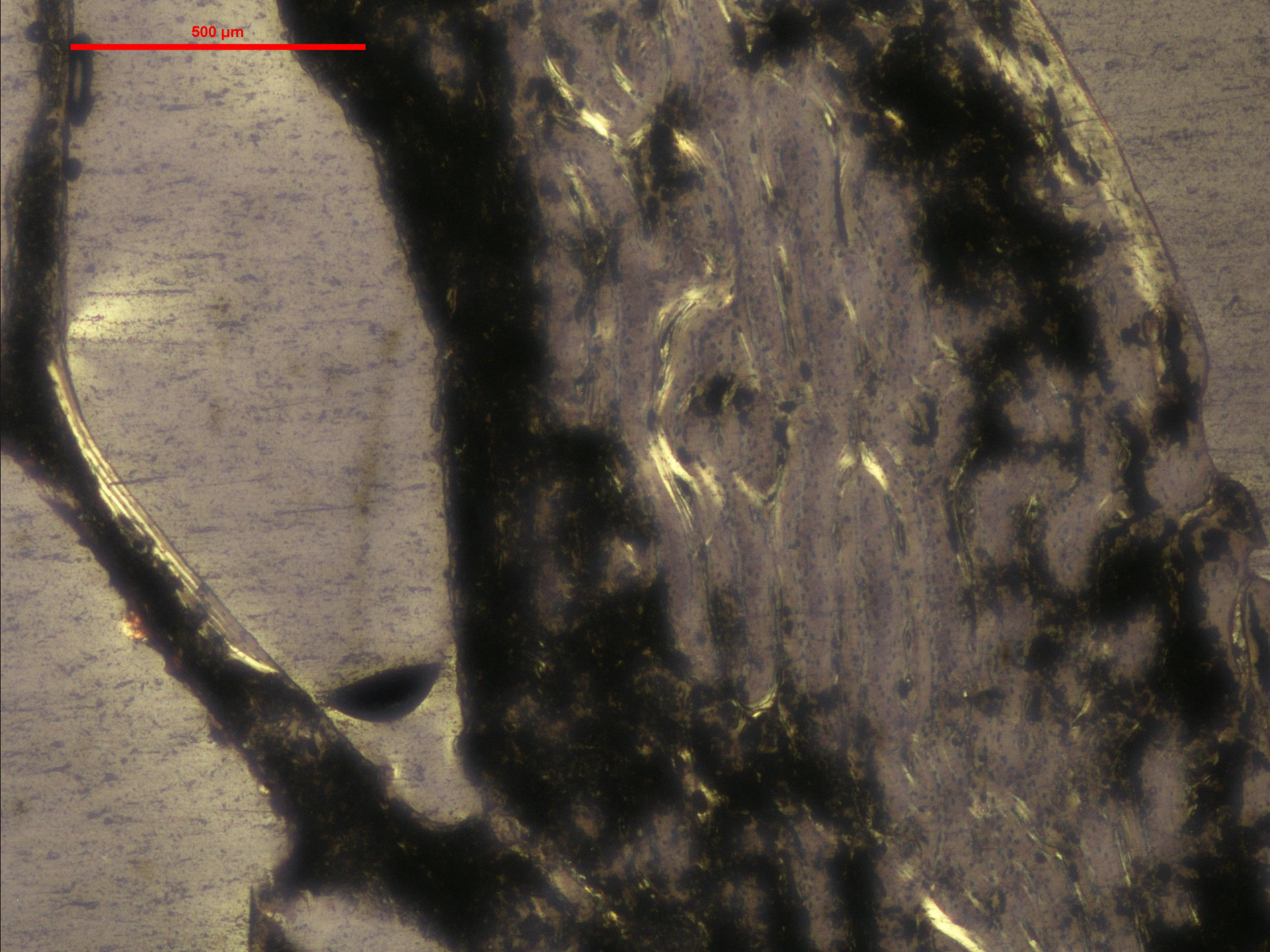




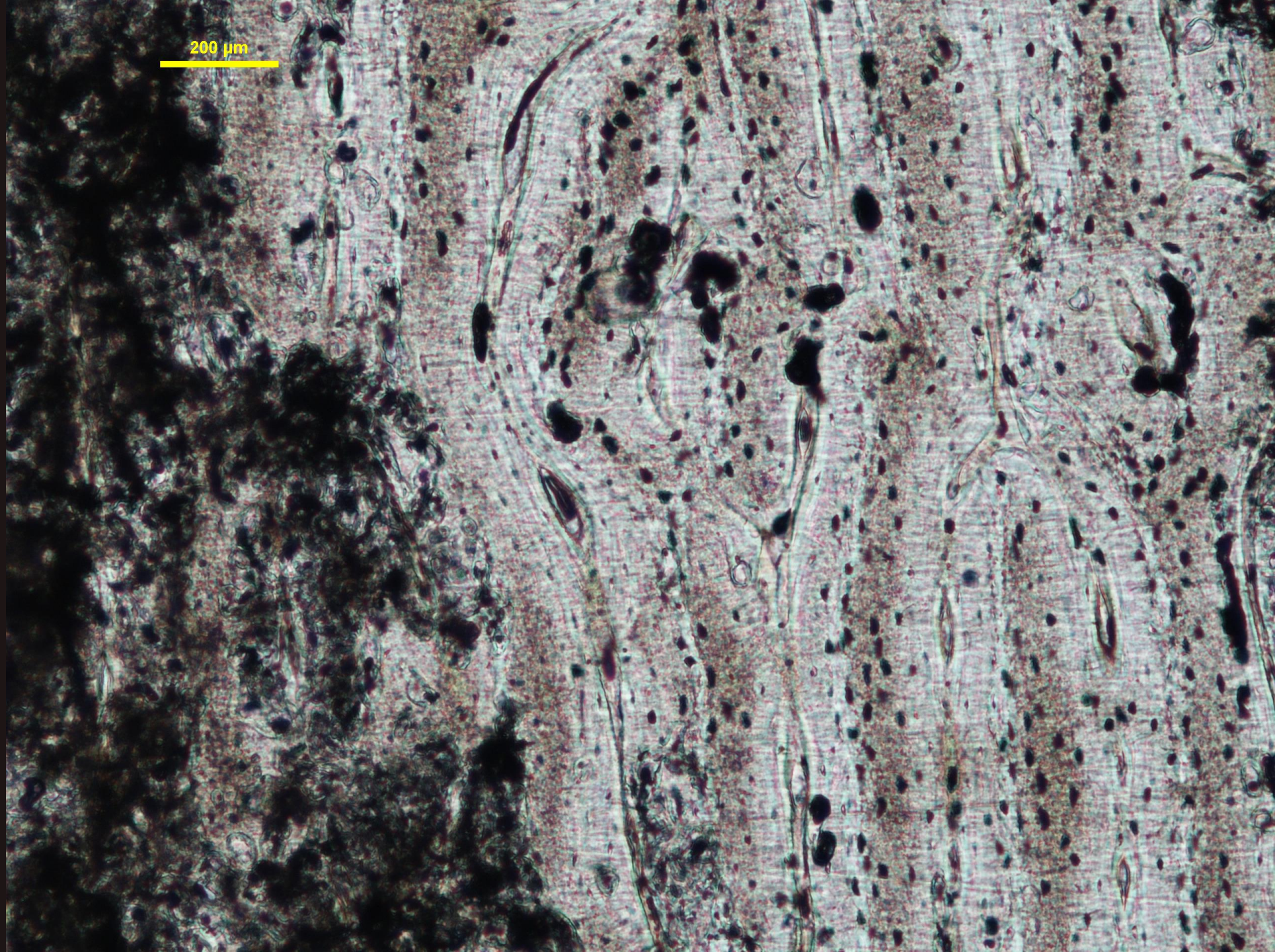
200 μ m

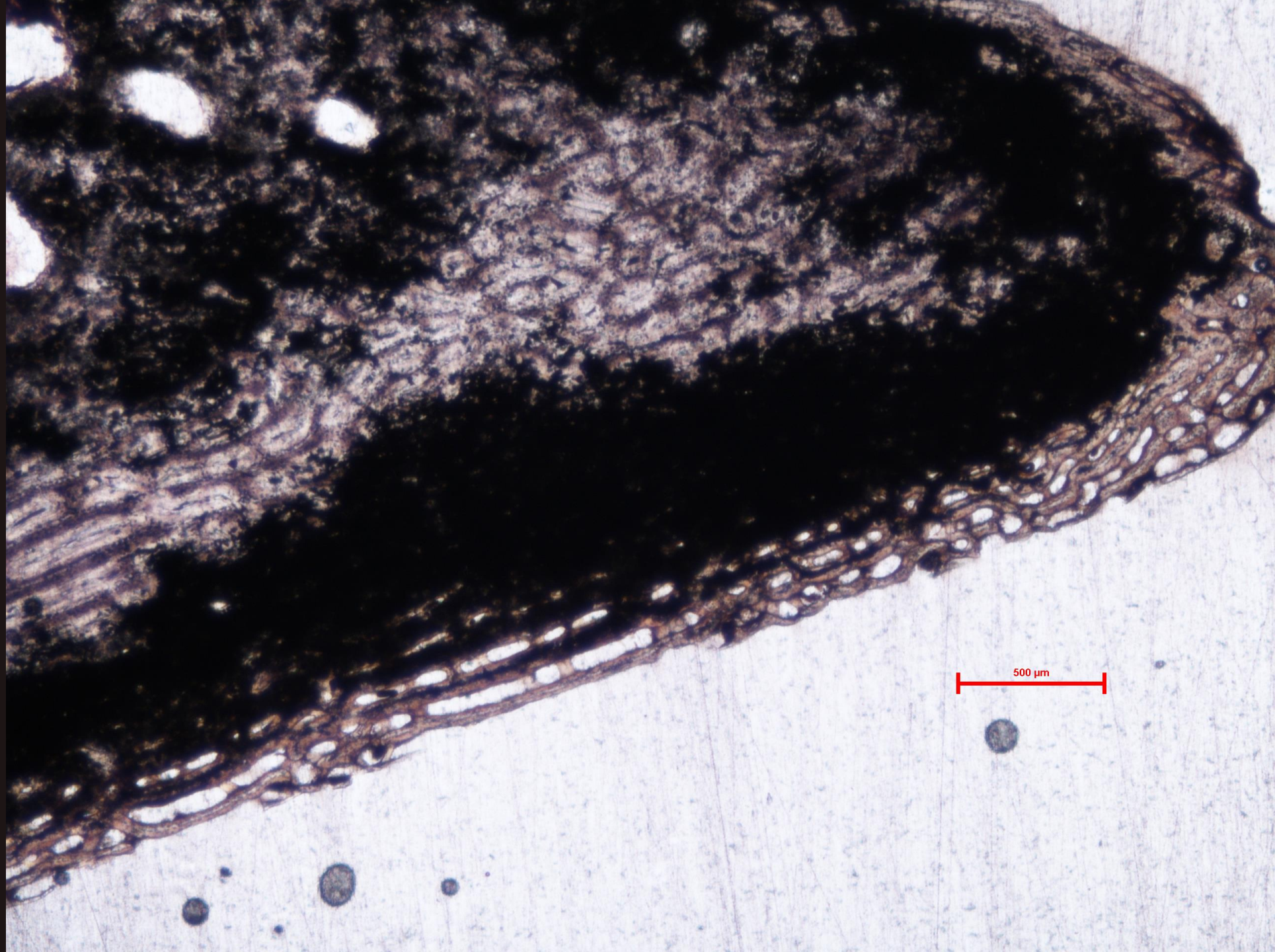


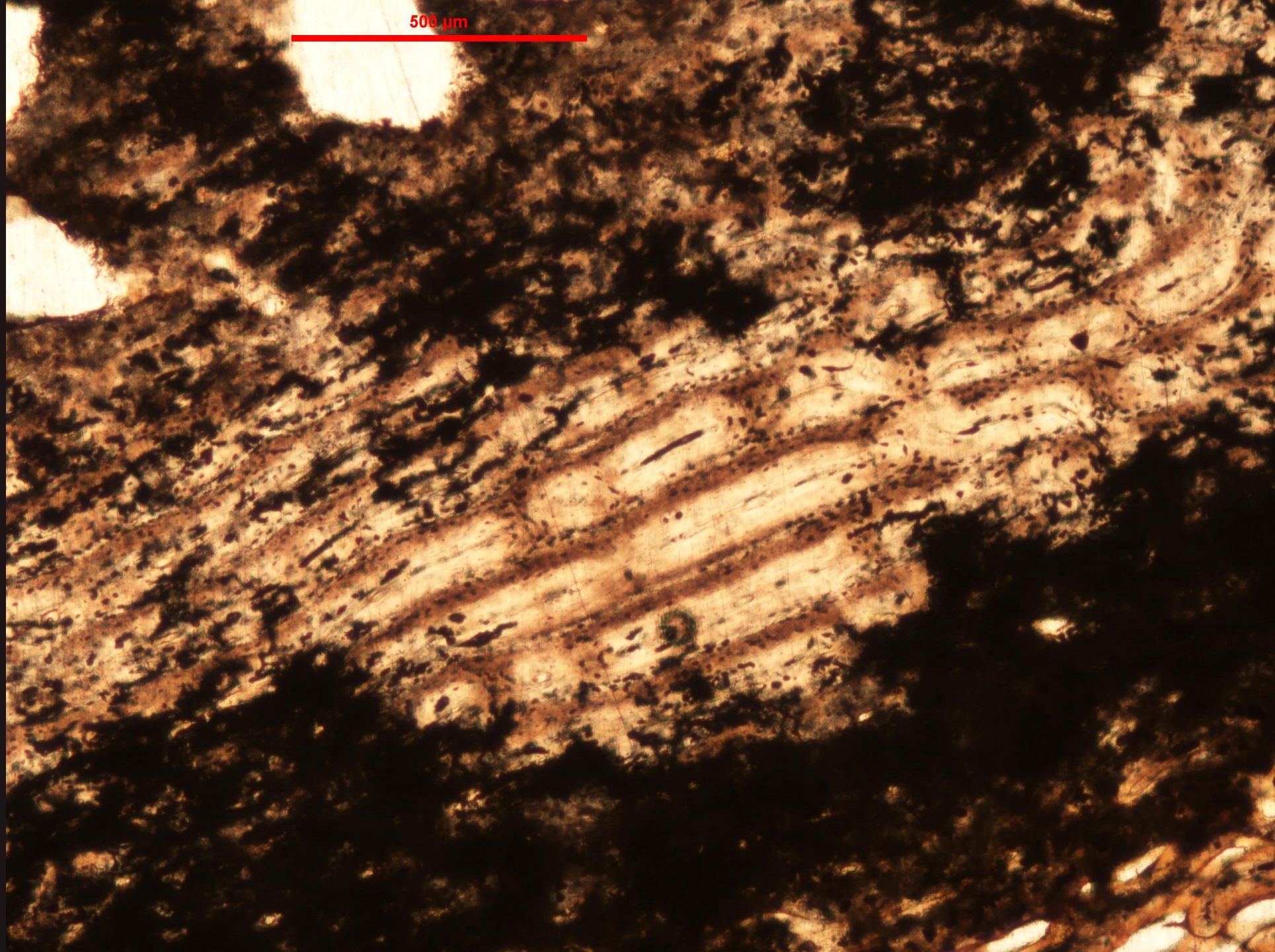


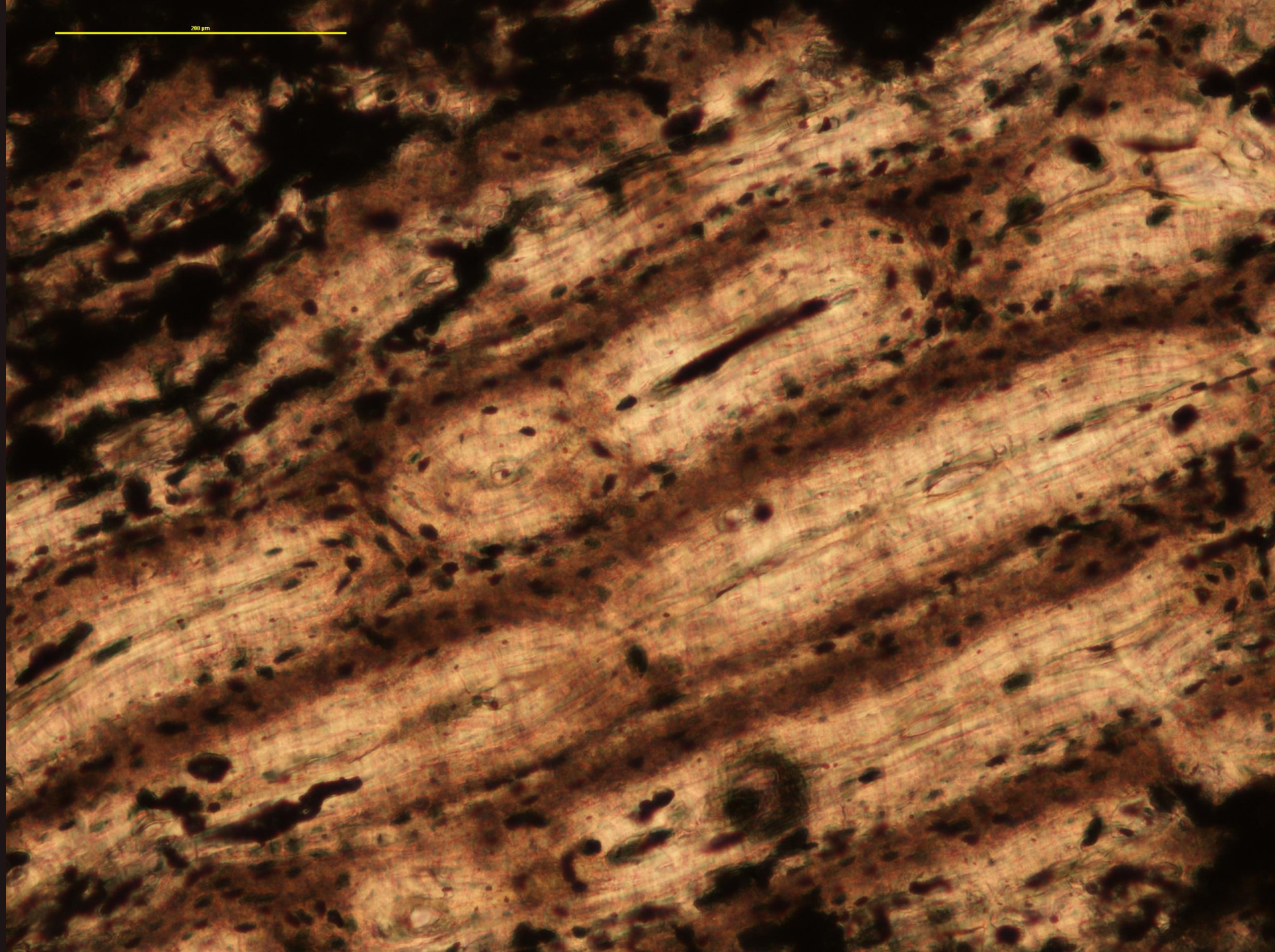


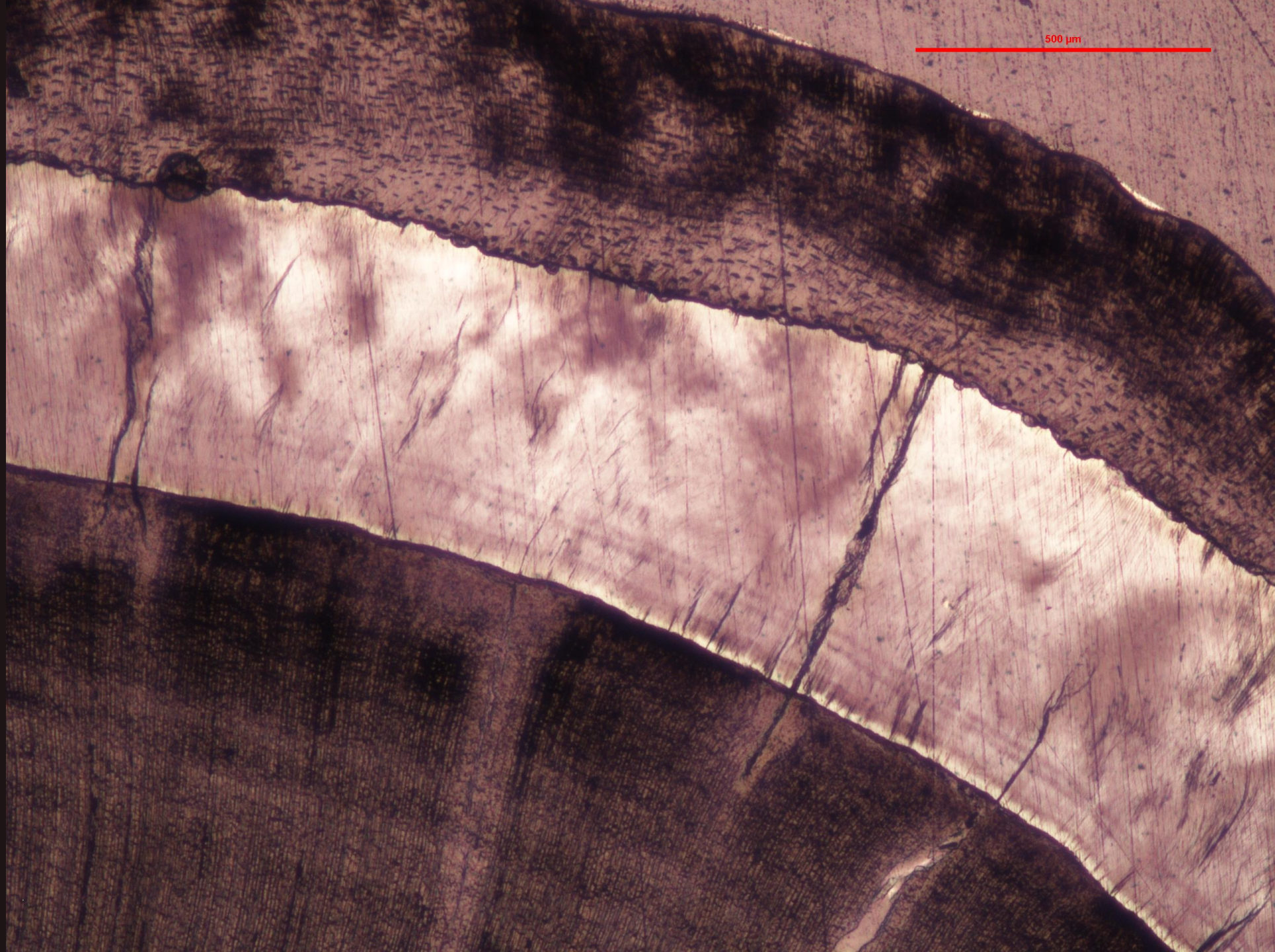
200 μ m

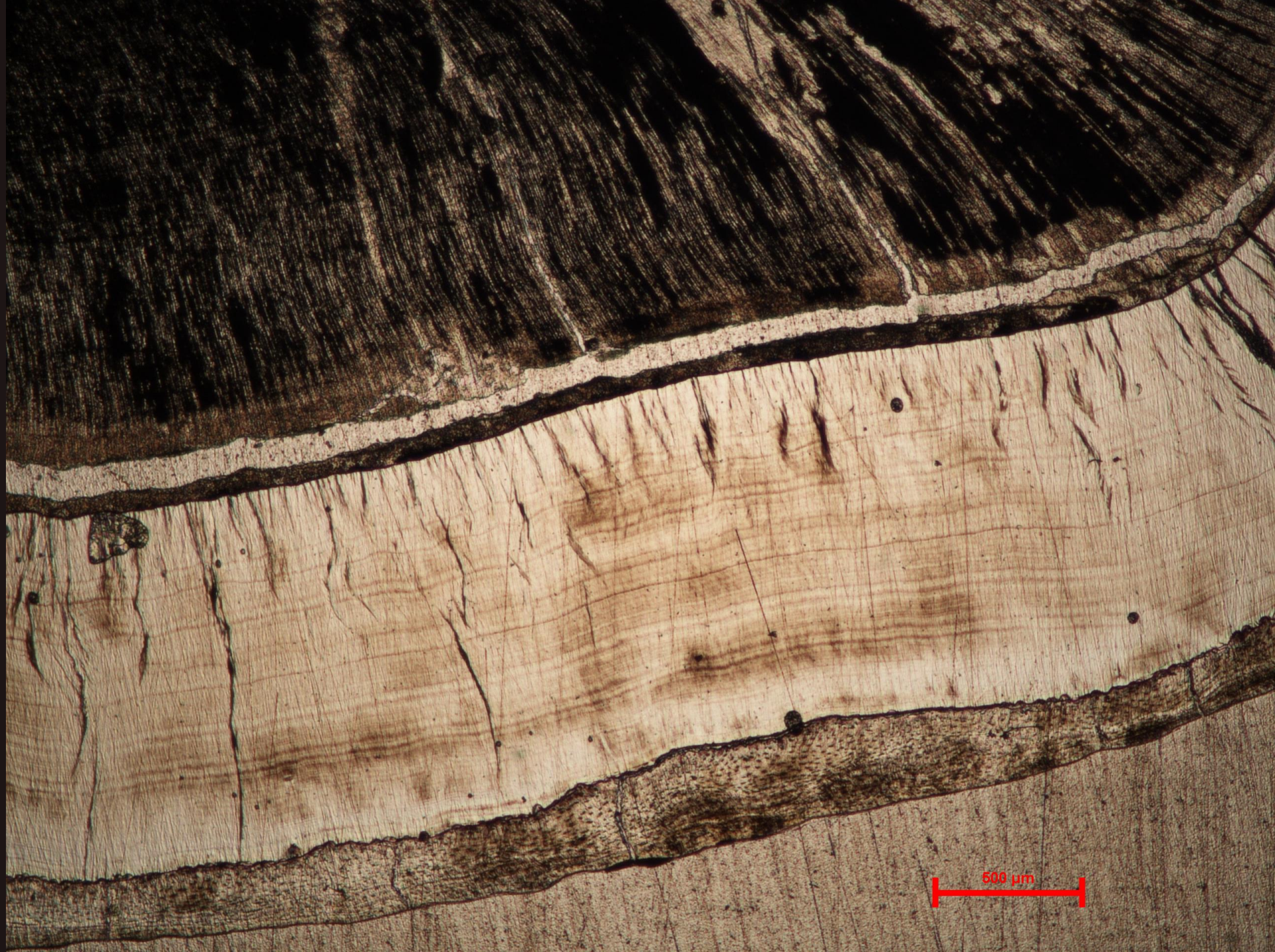


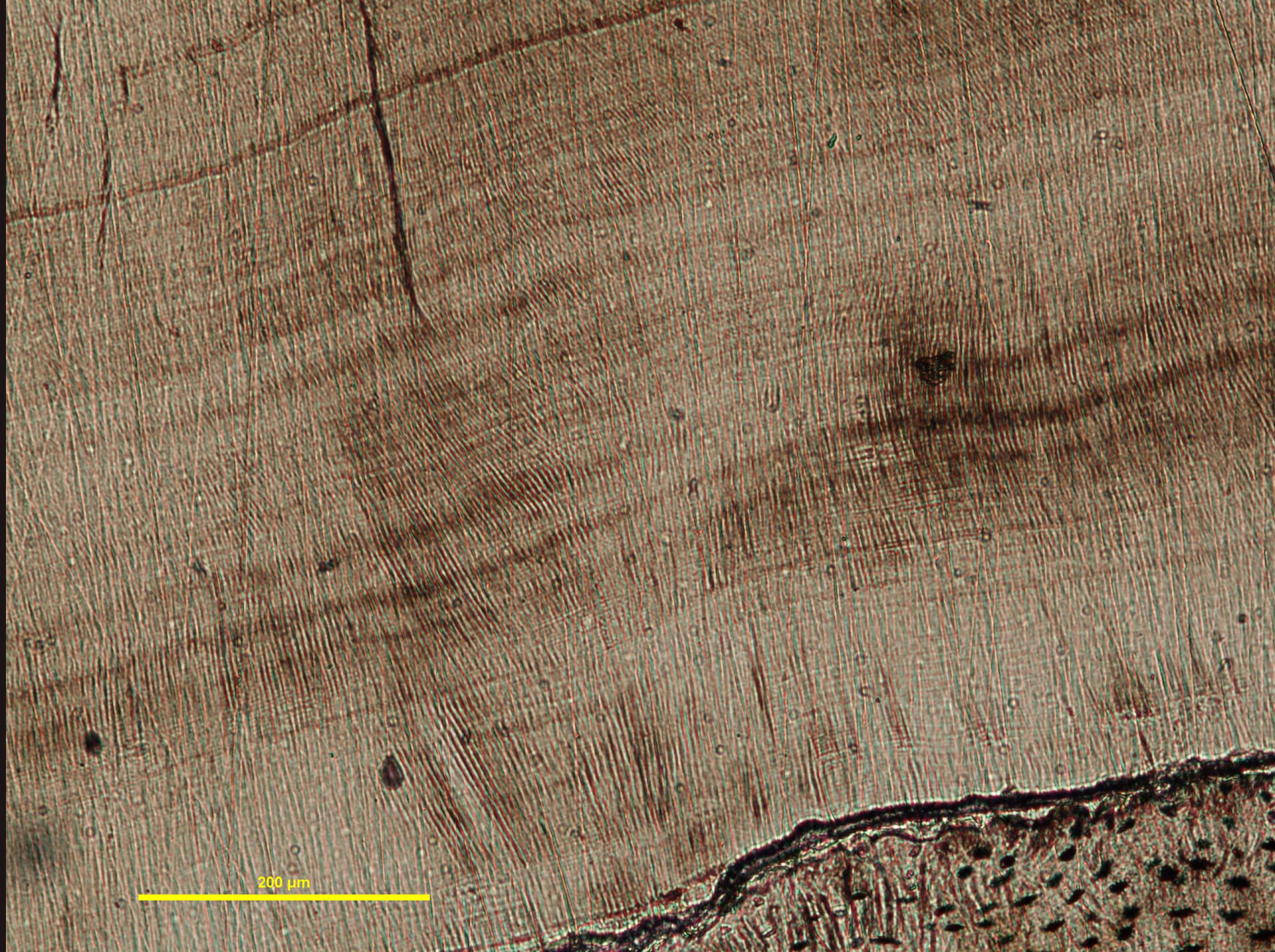


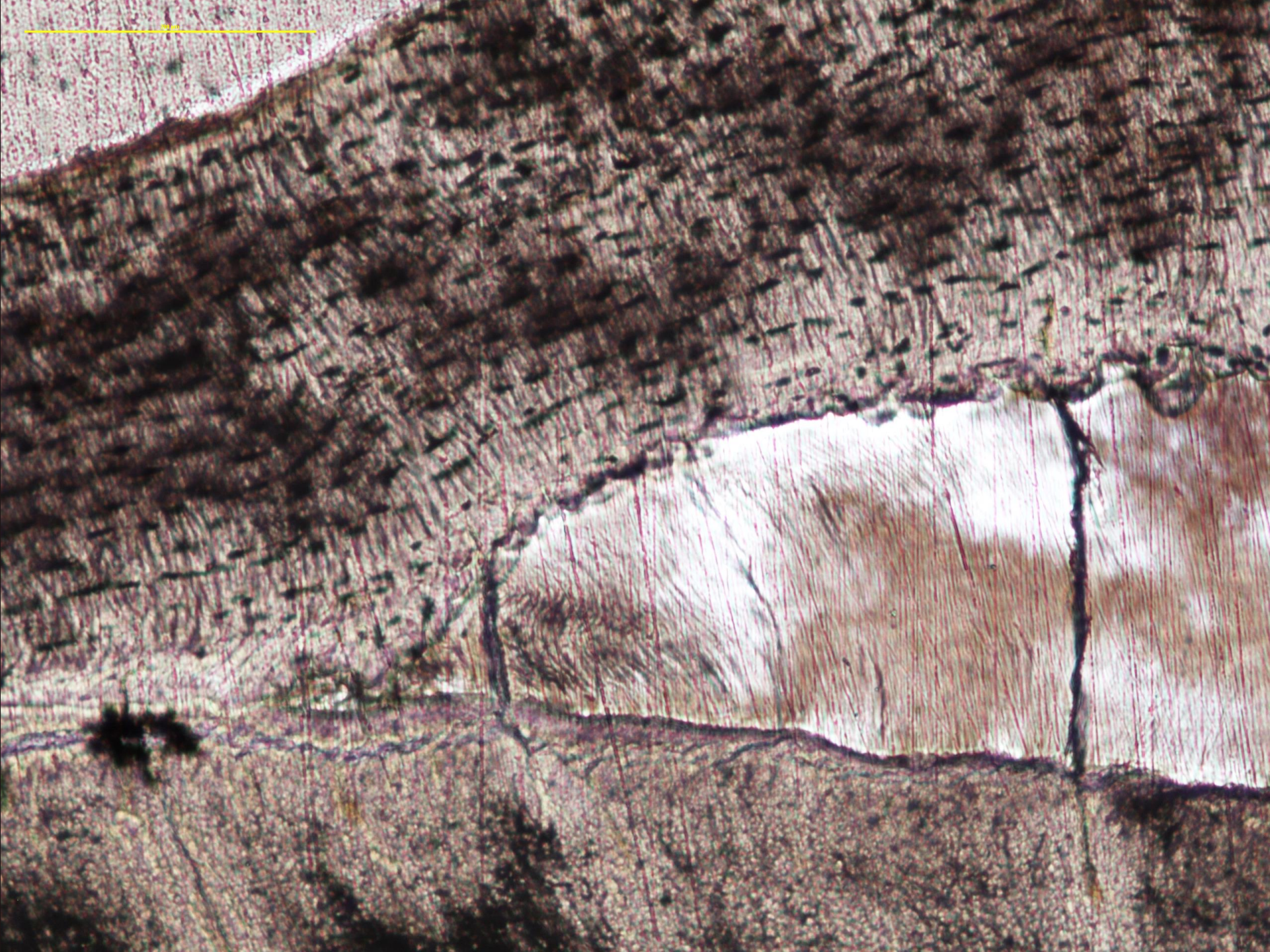




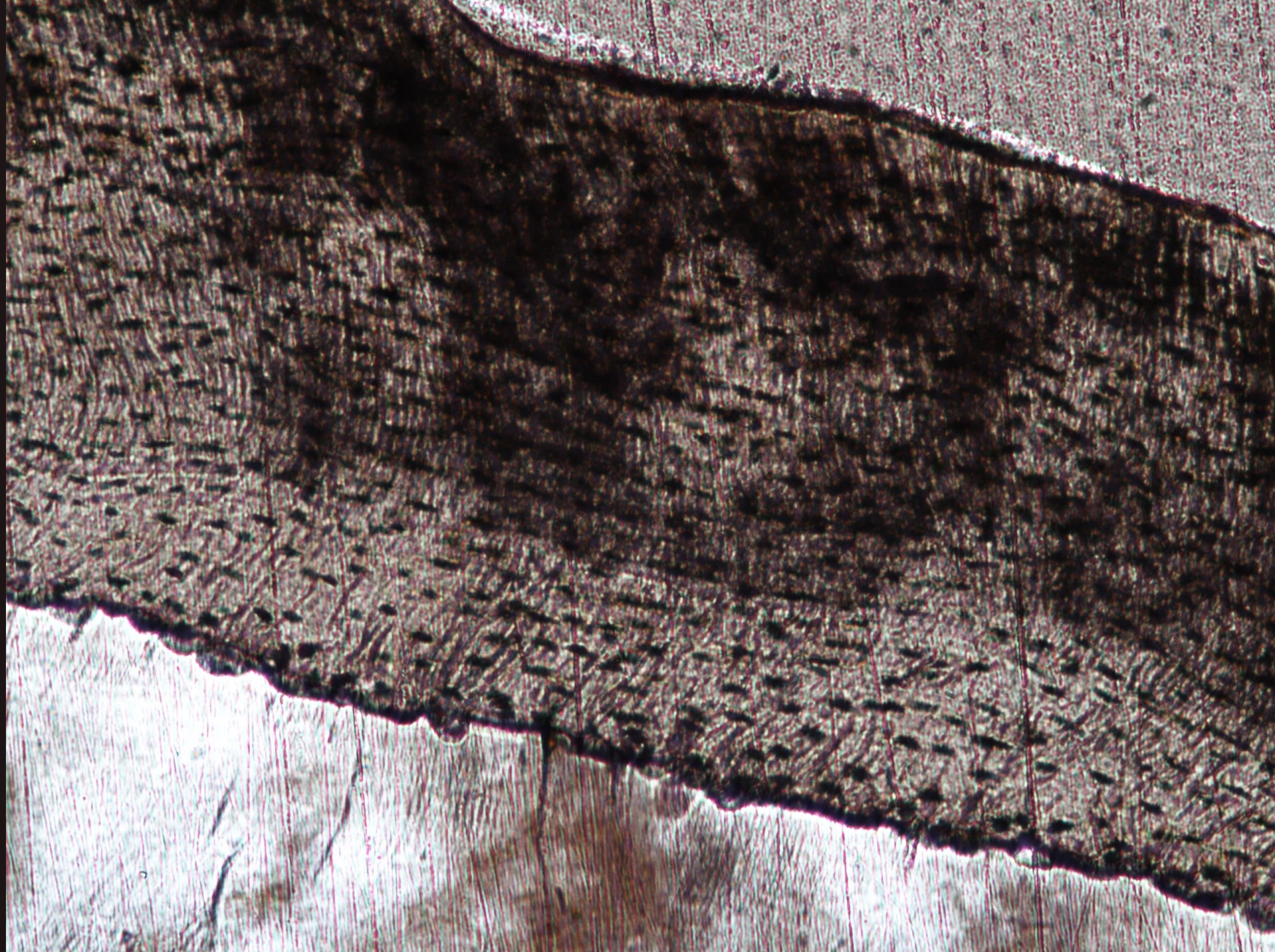


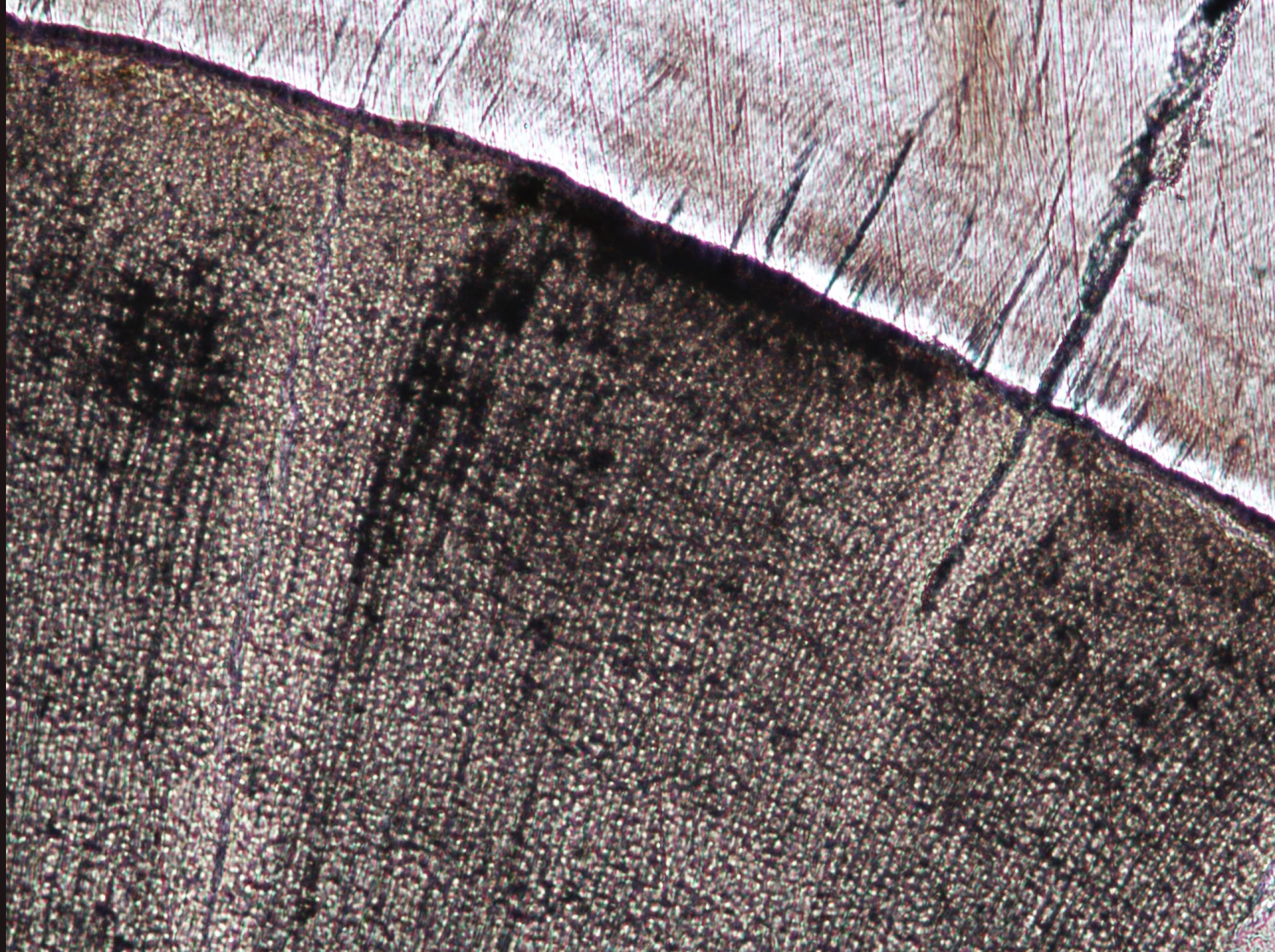


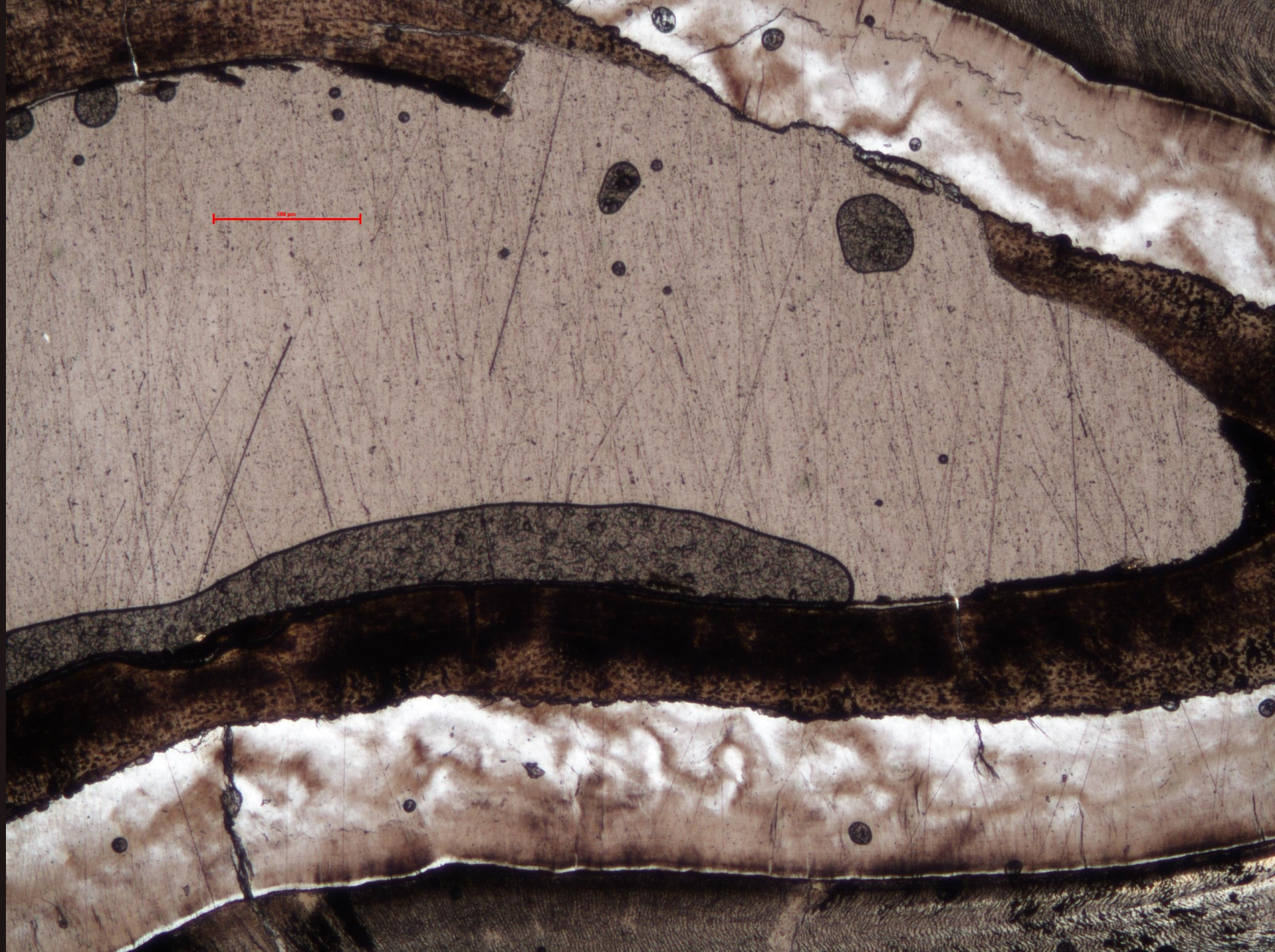




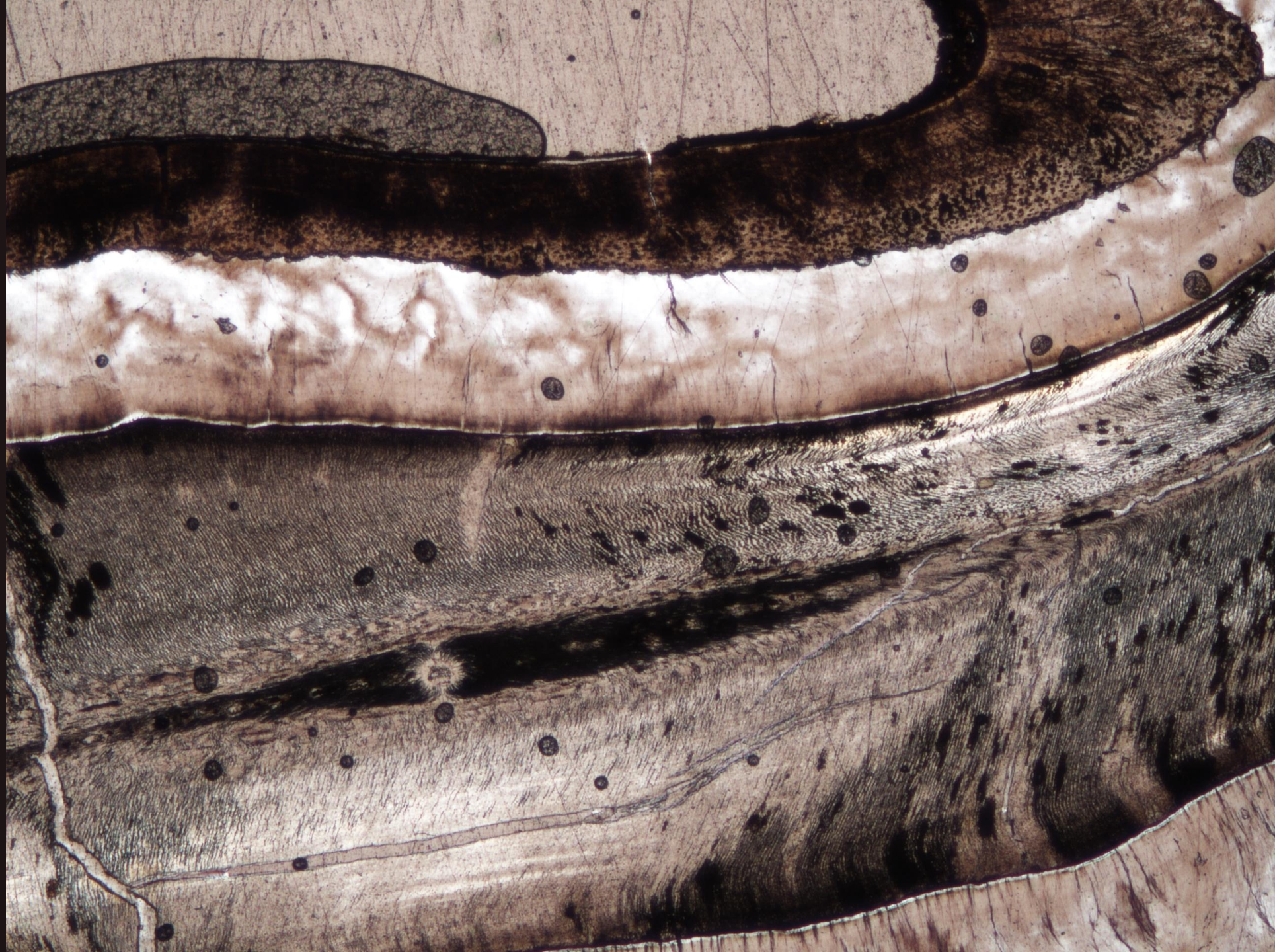






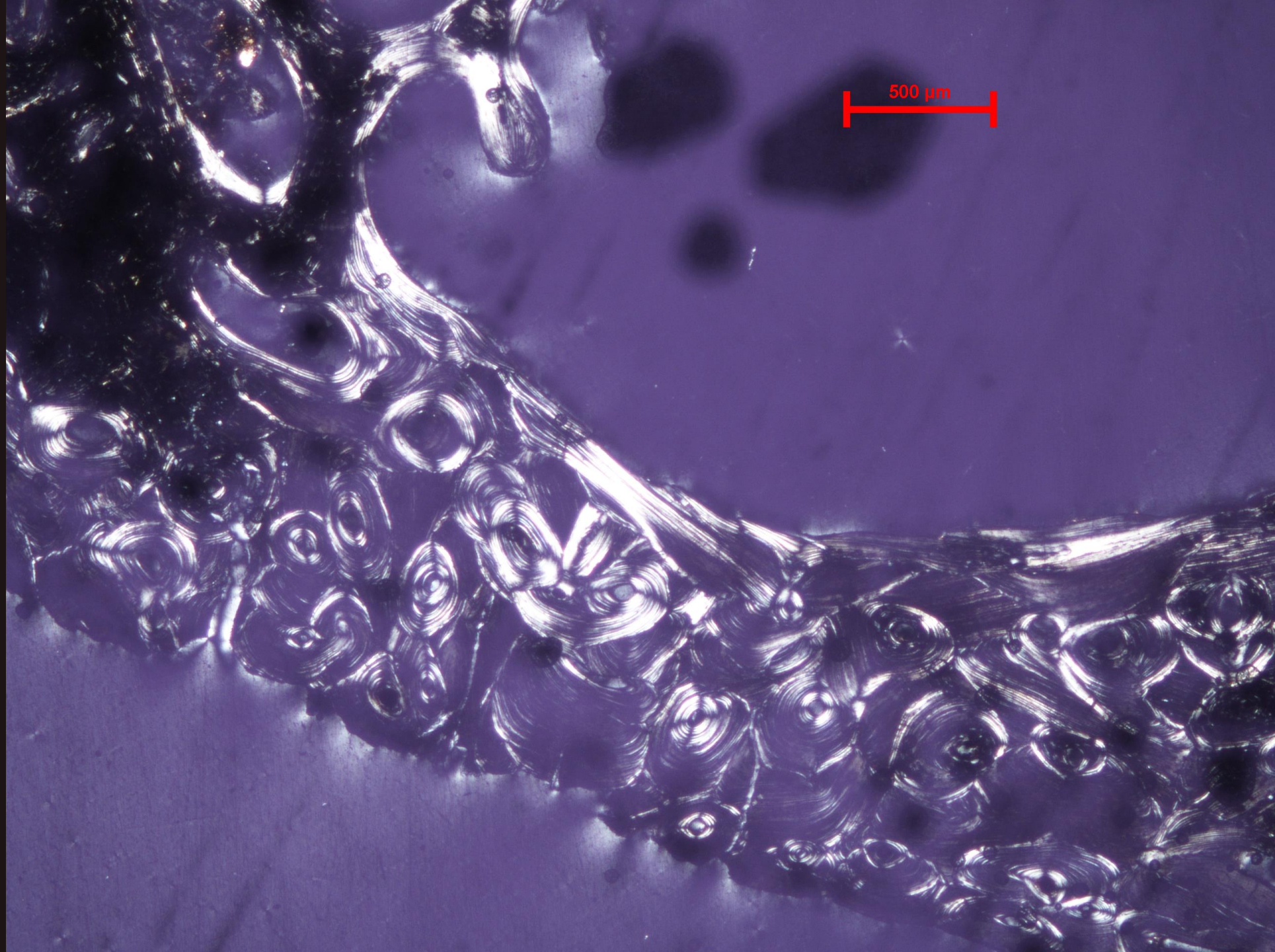




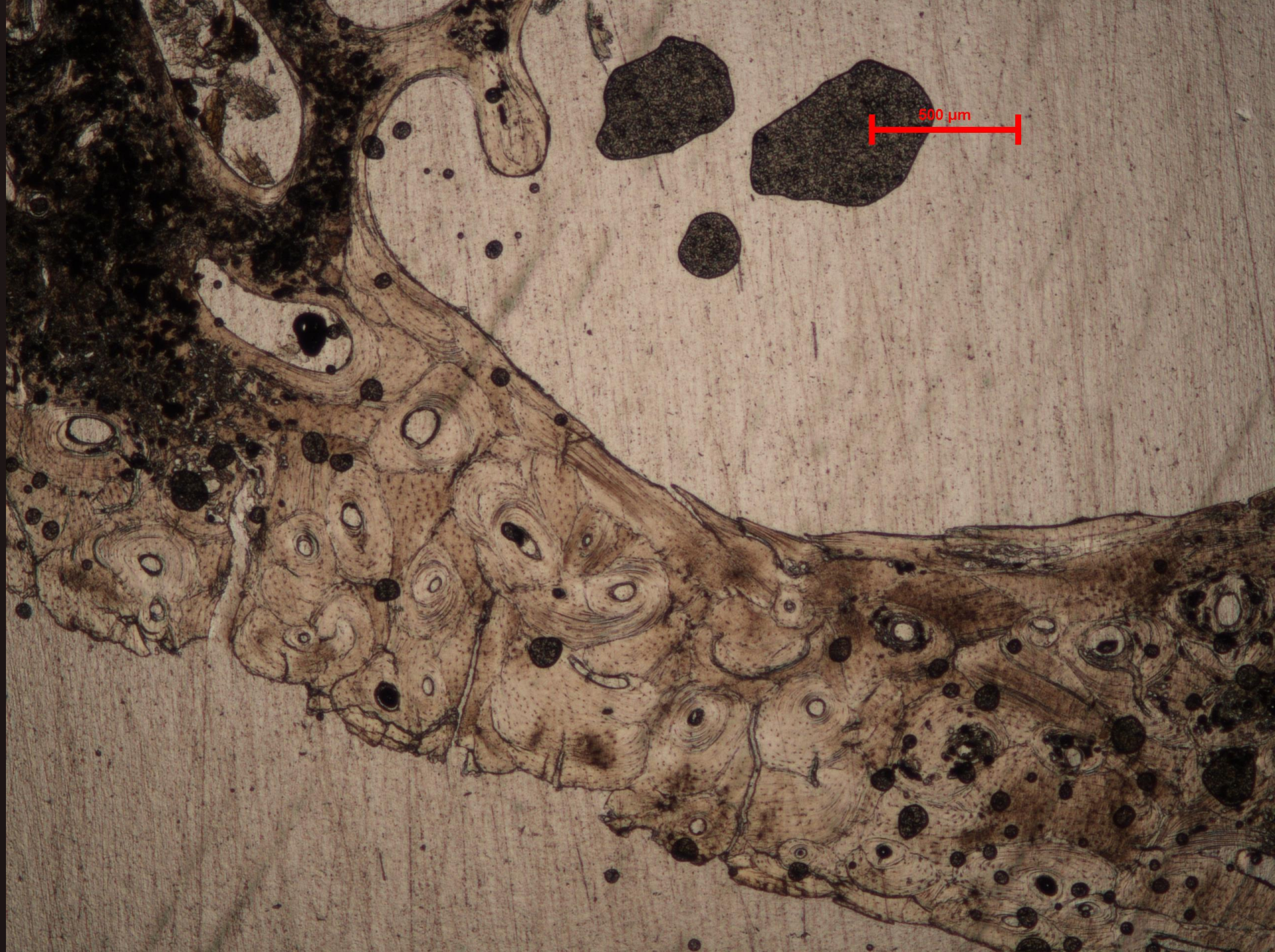


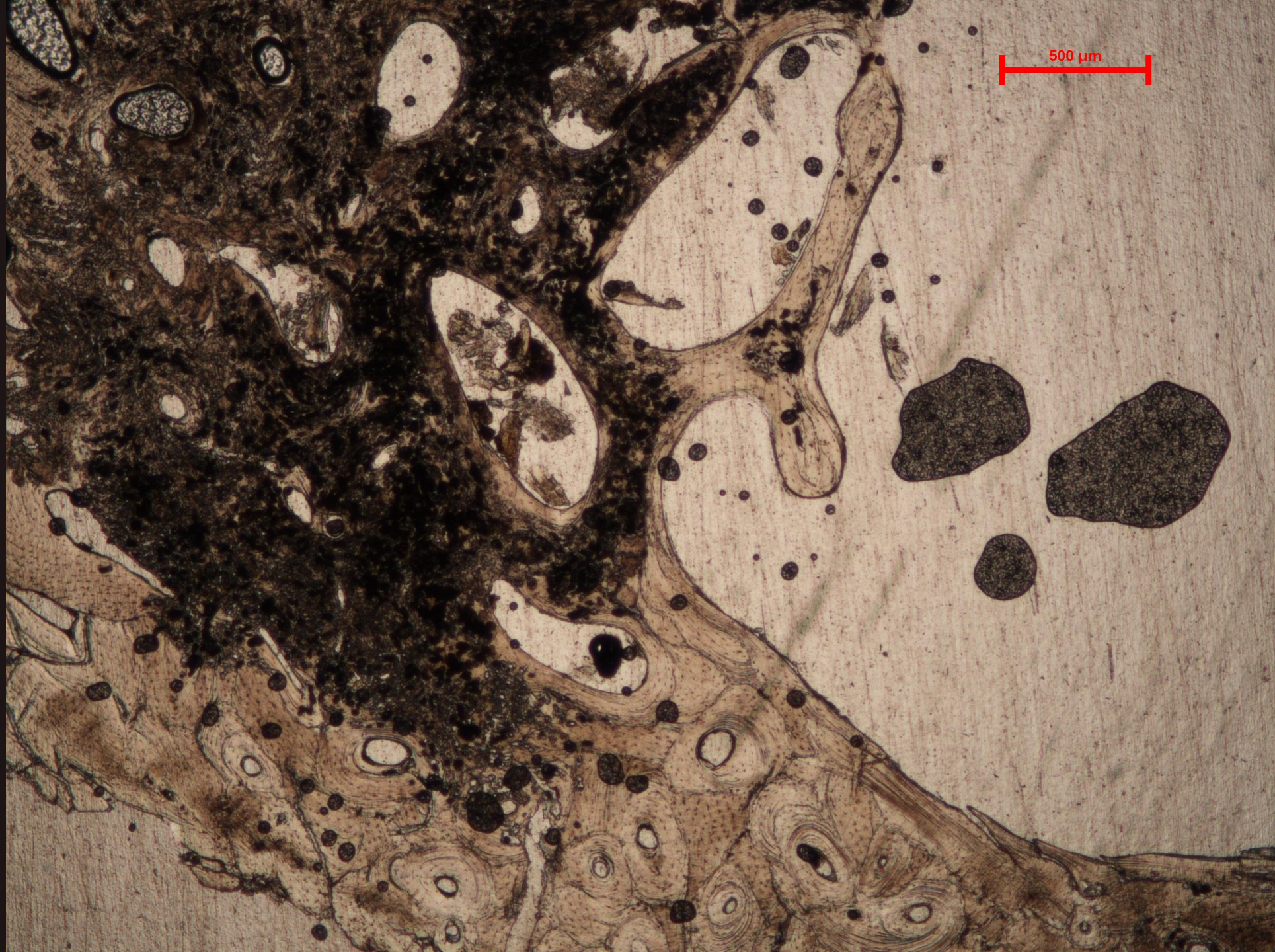




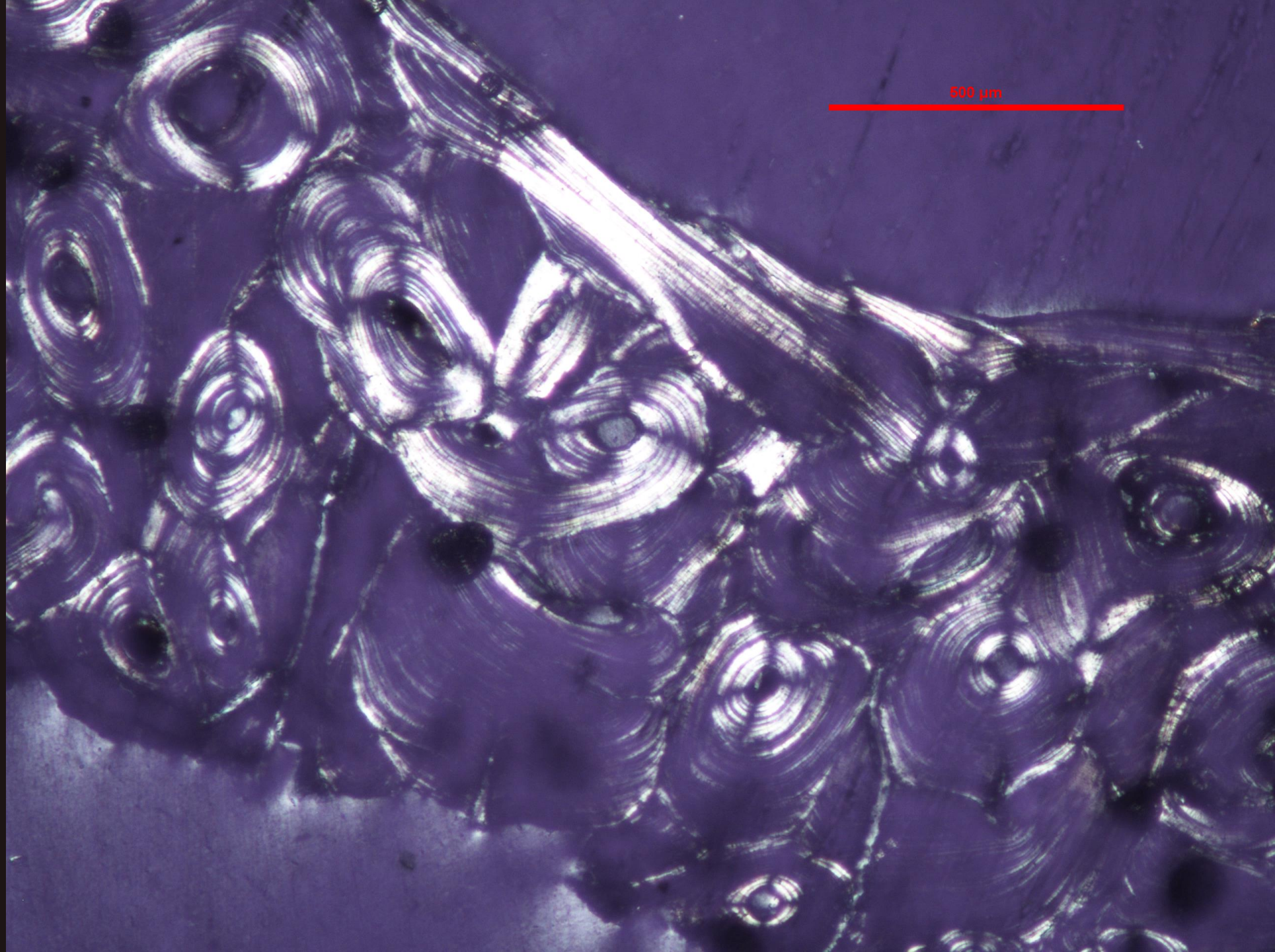


500 μ m



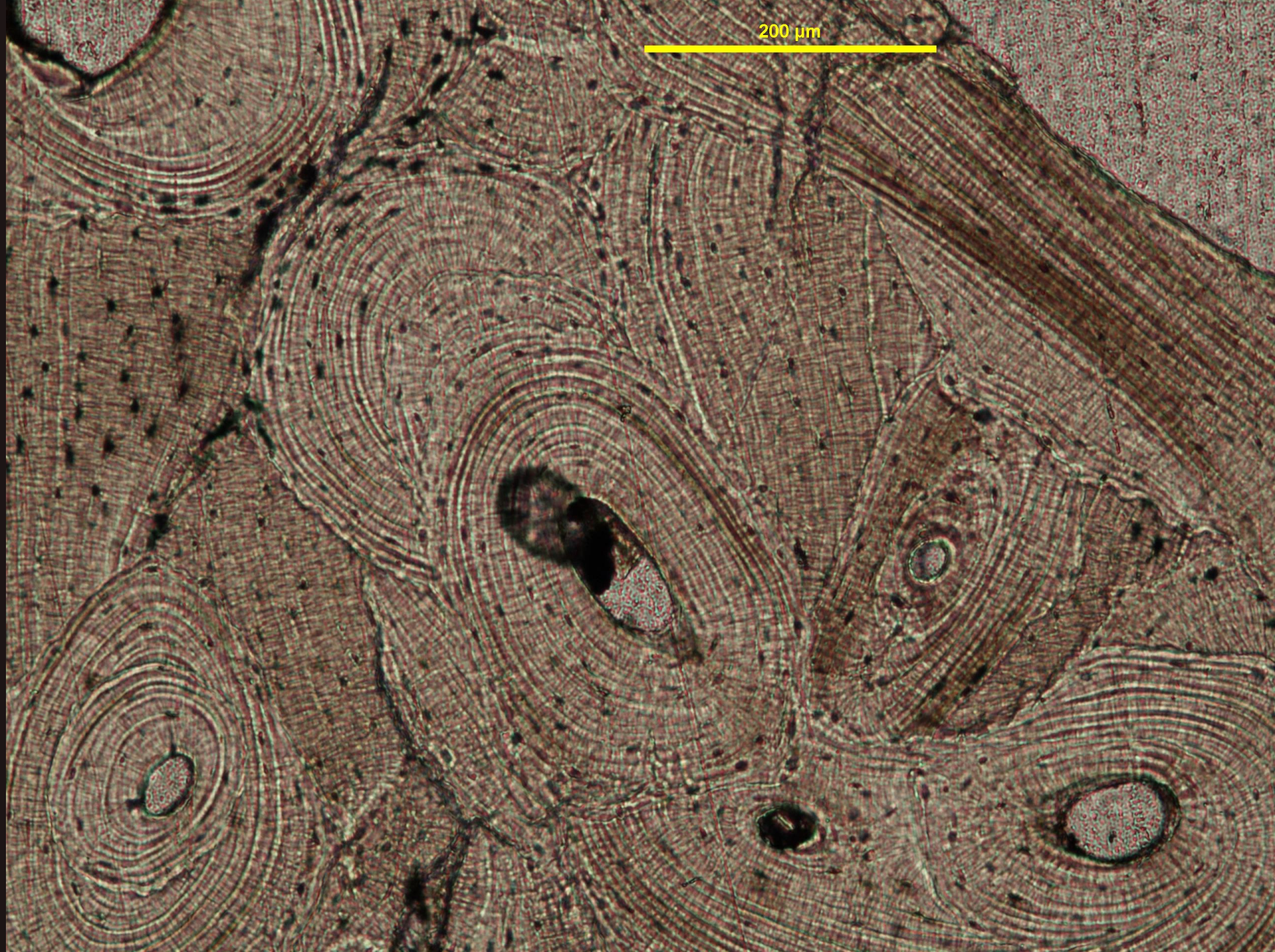


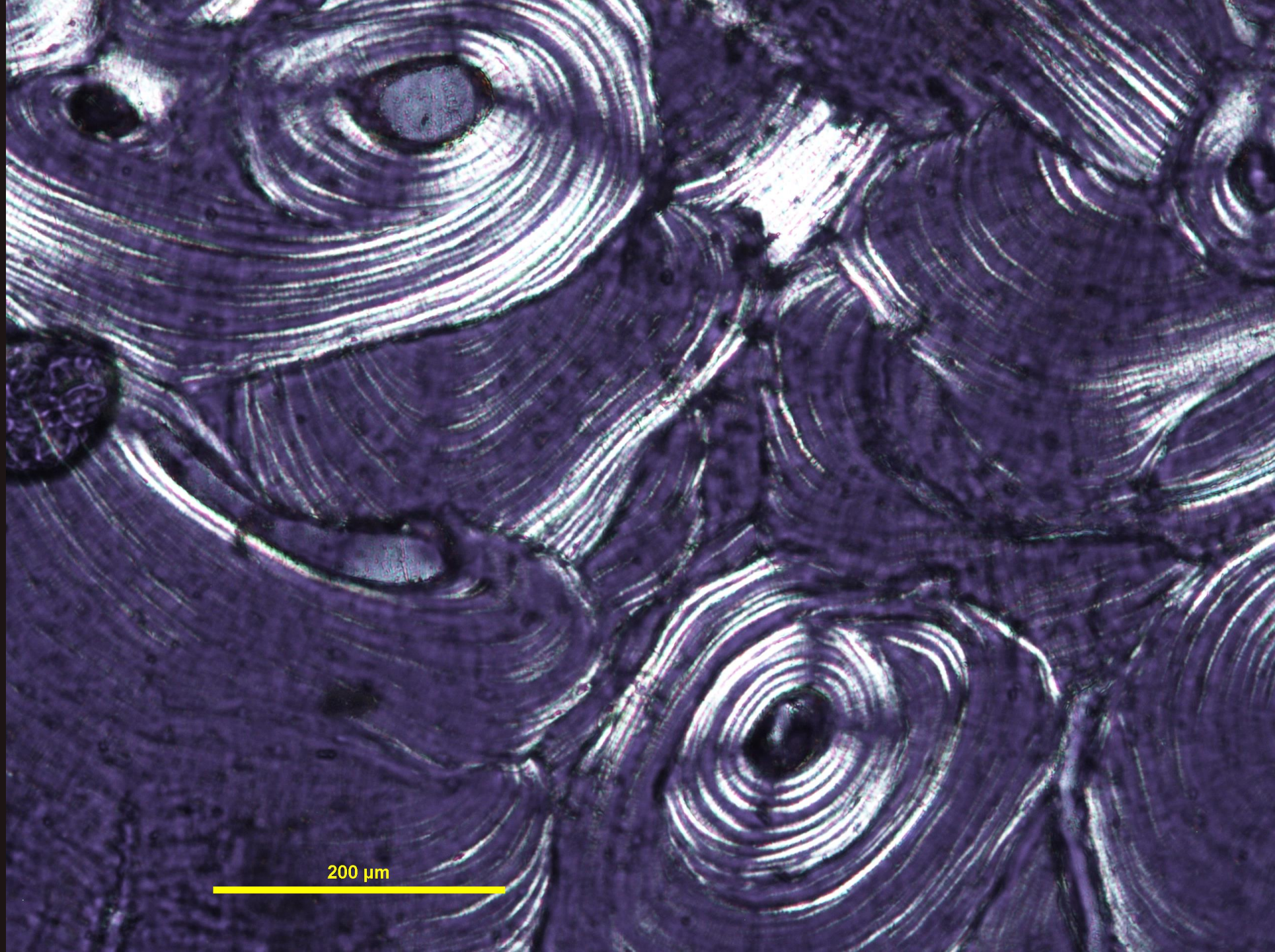




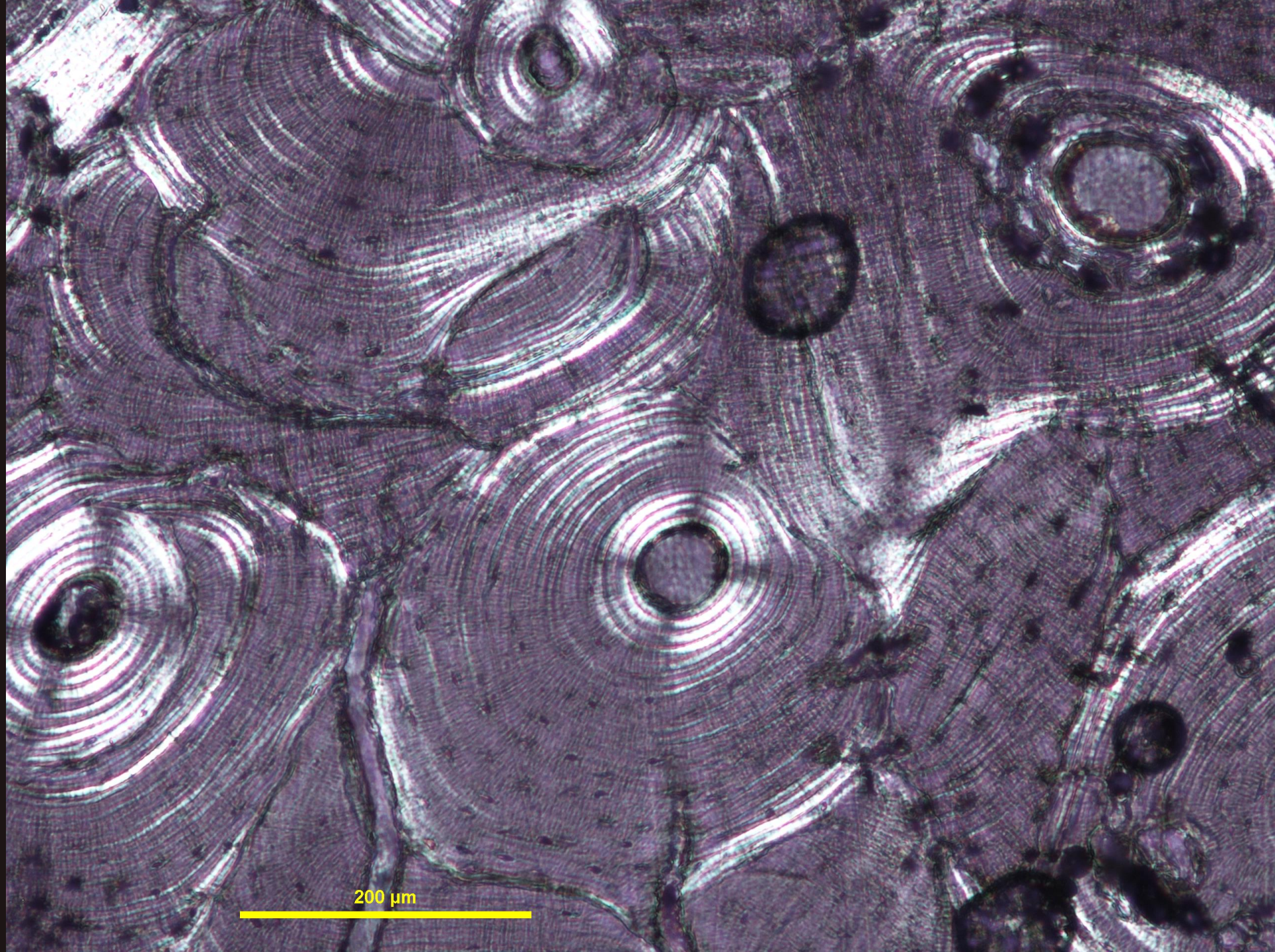
500 μm

200 μ m



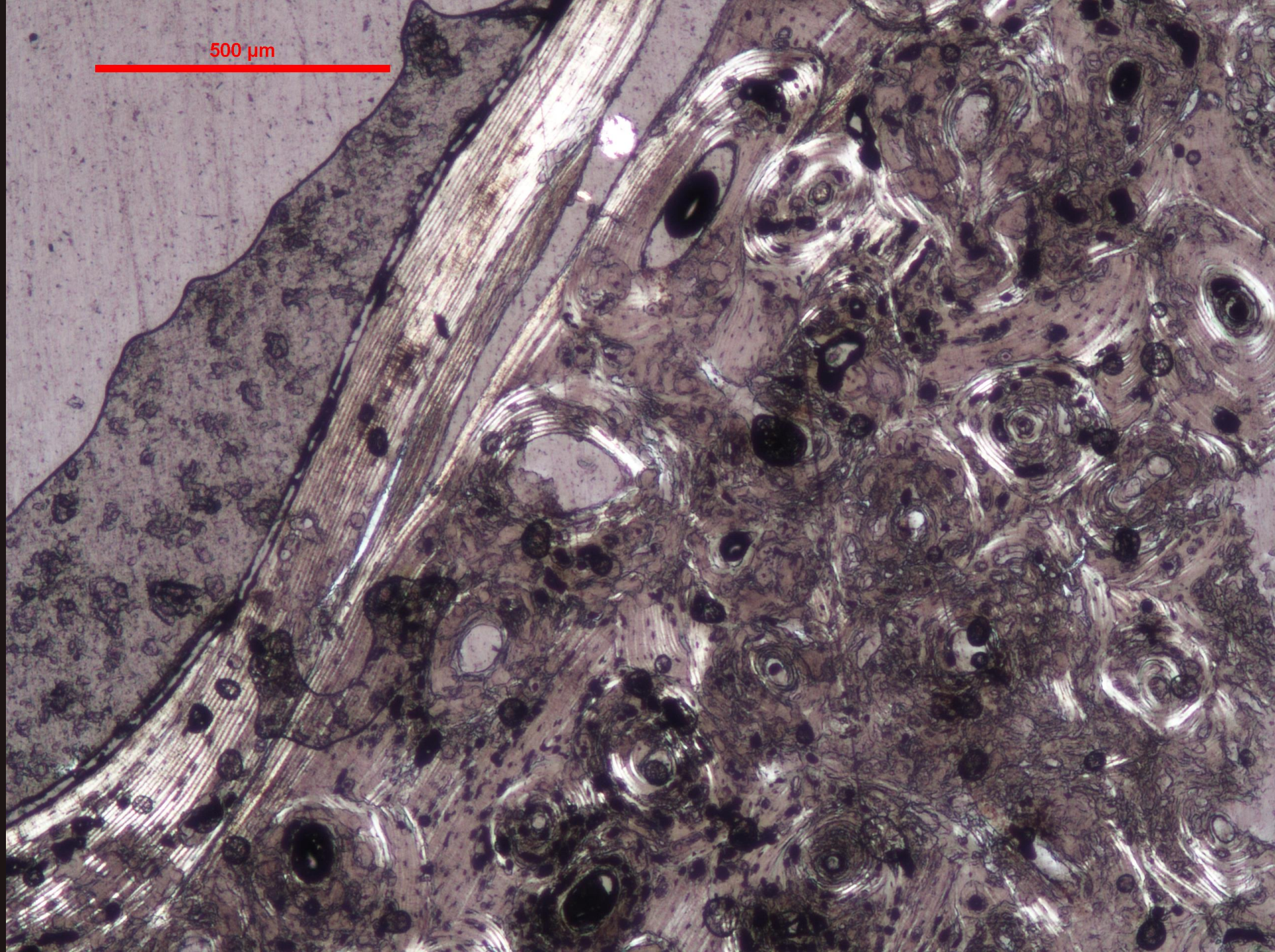


200 μ m

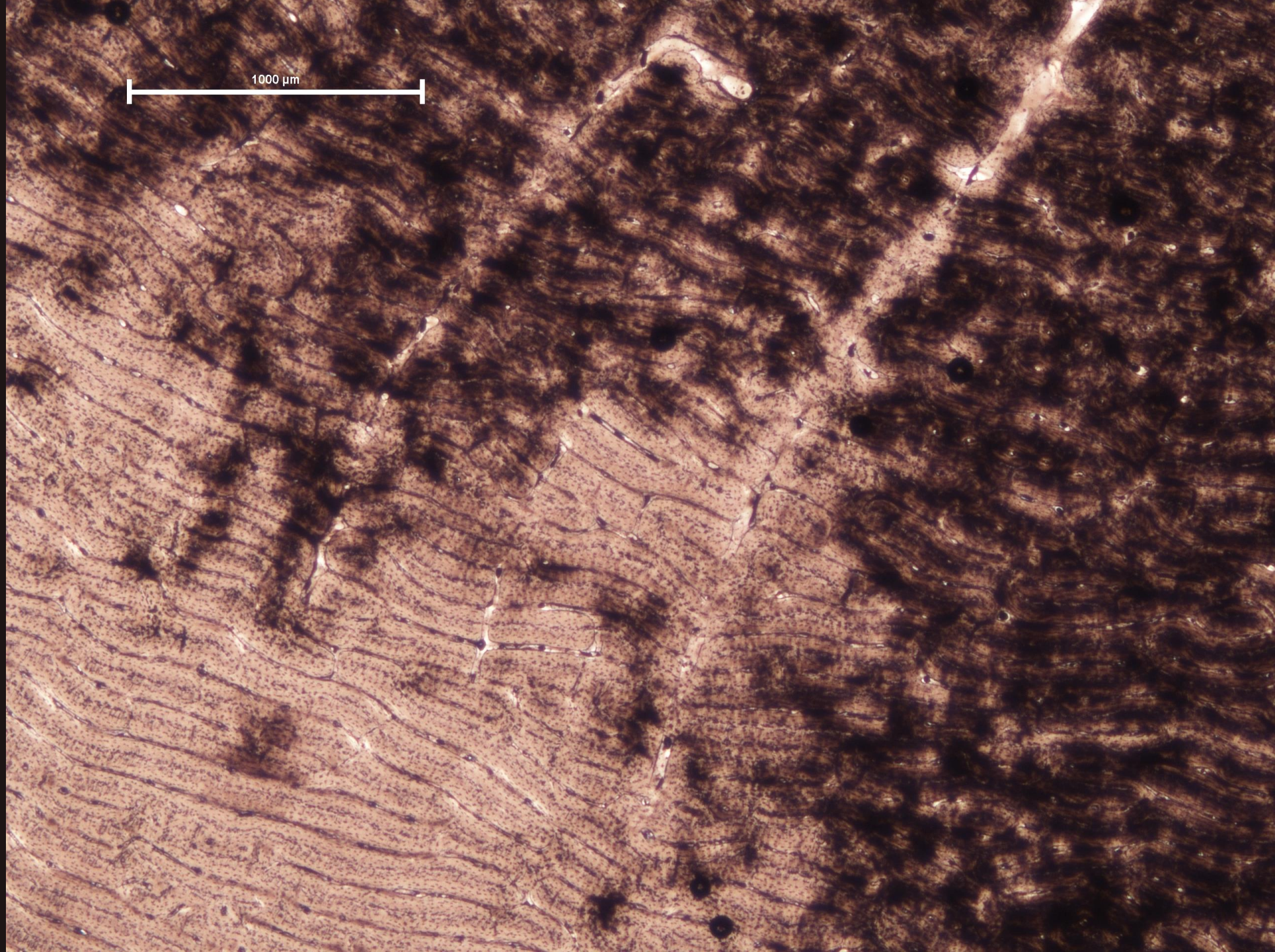


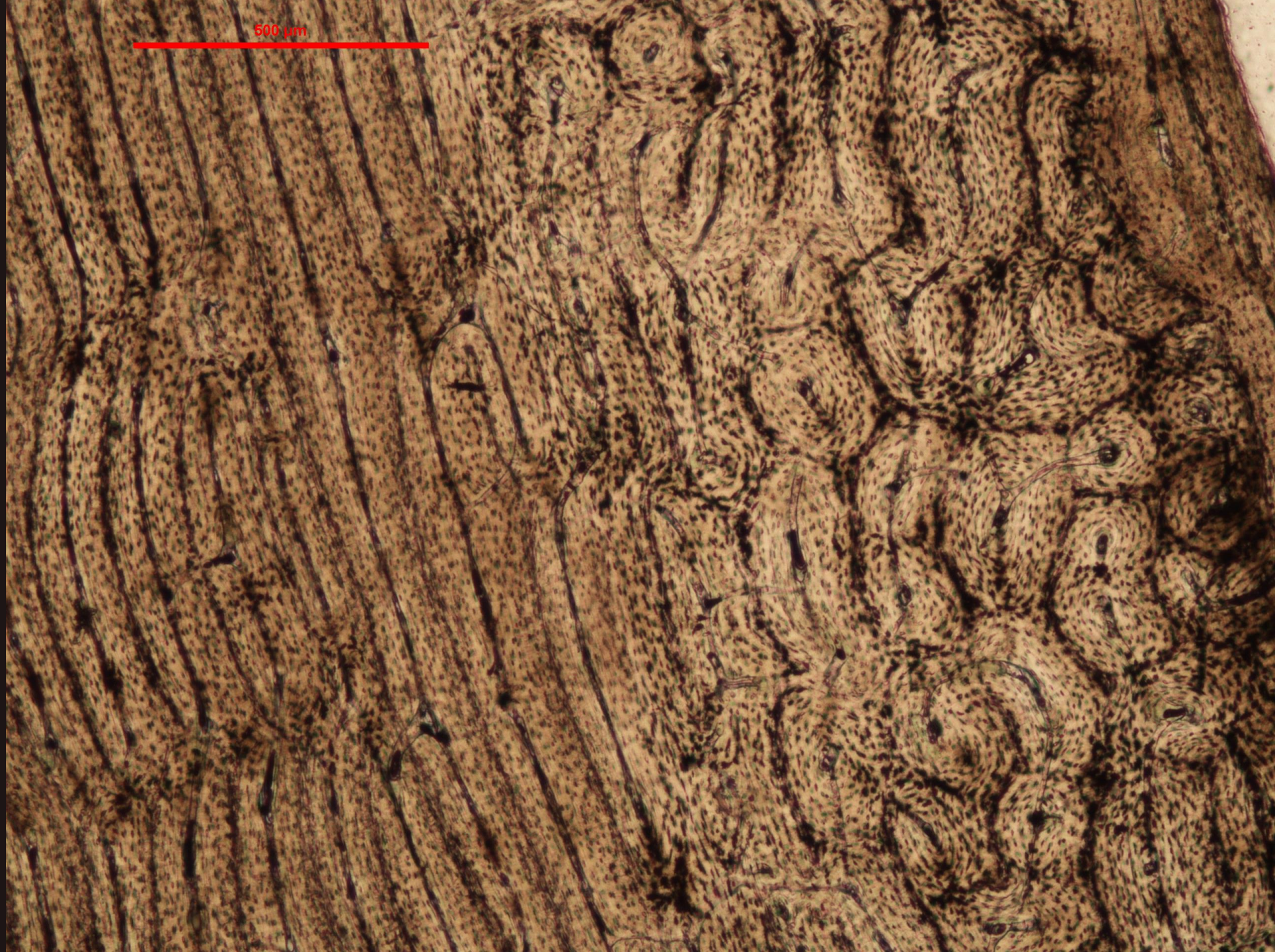
200 μ m

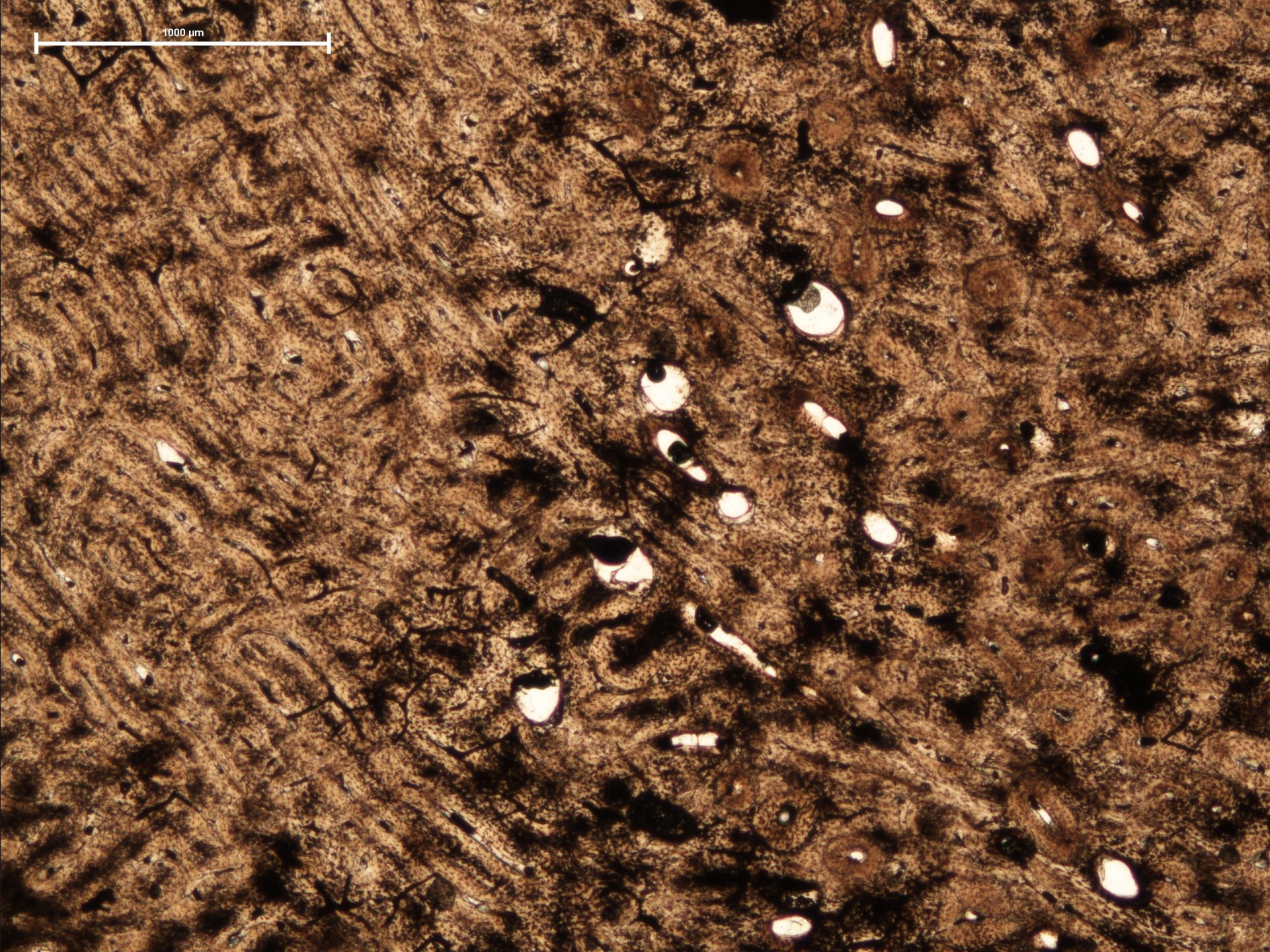
500 μm

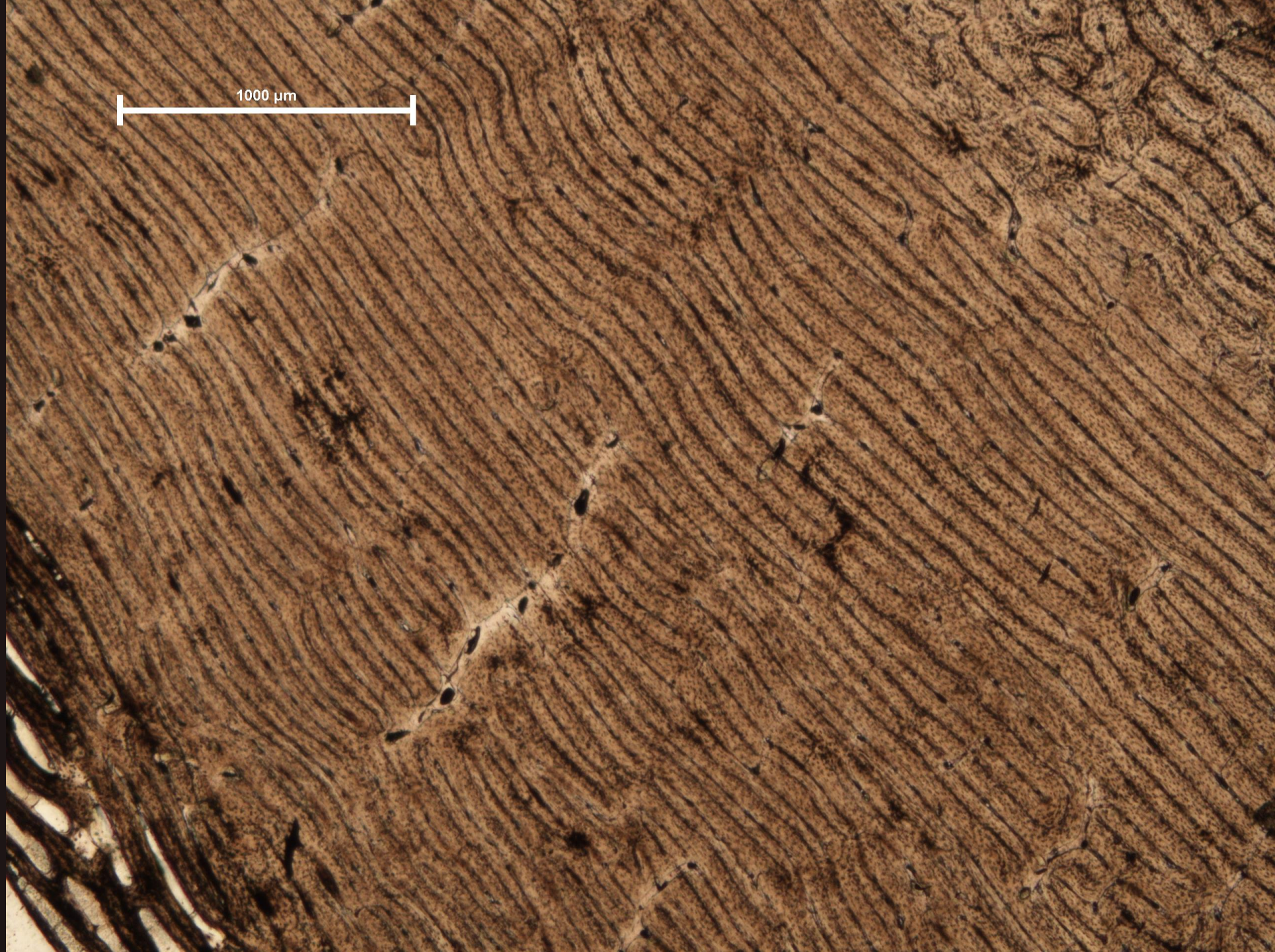


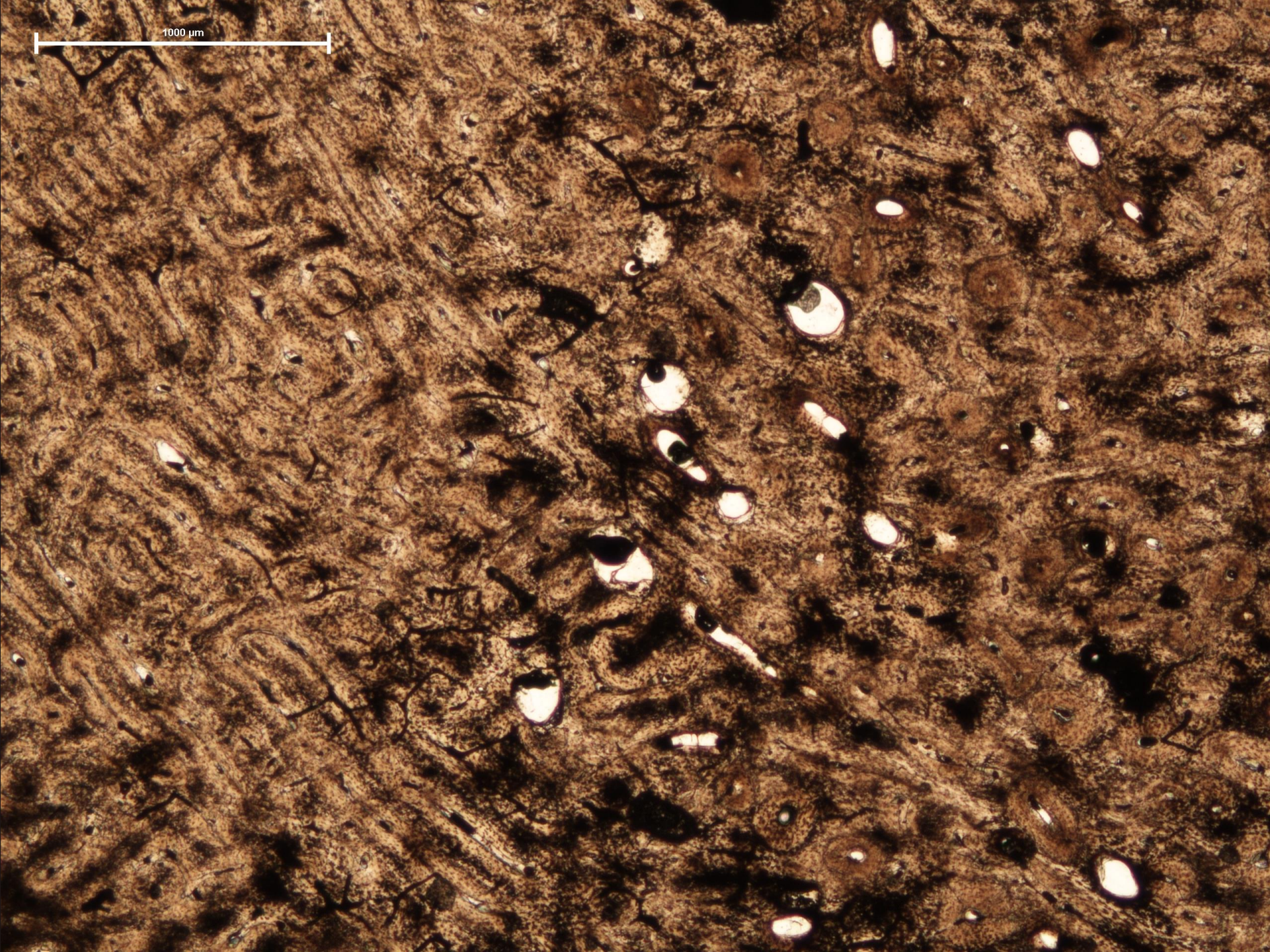
eks_7

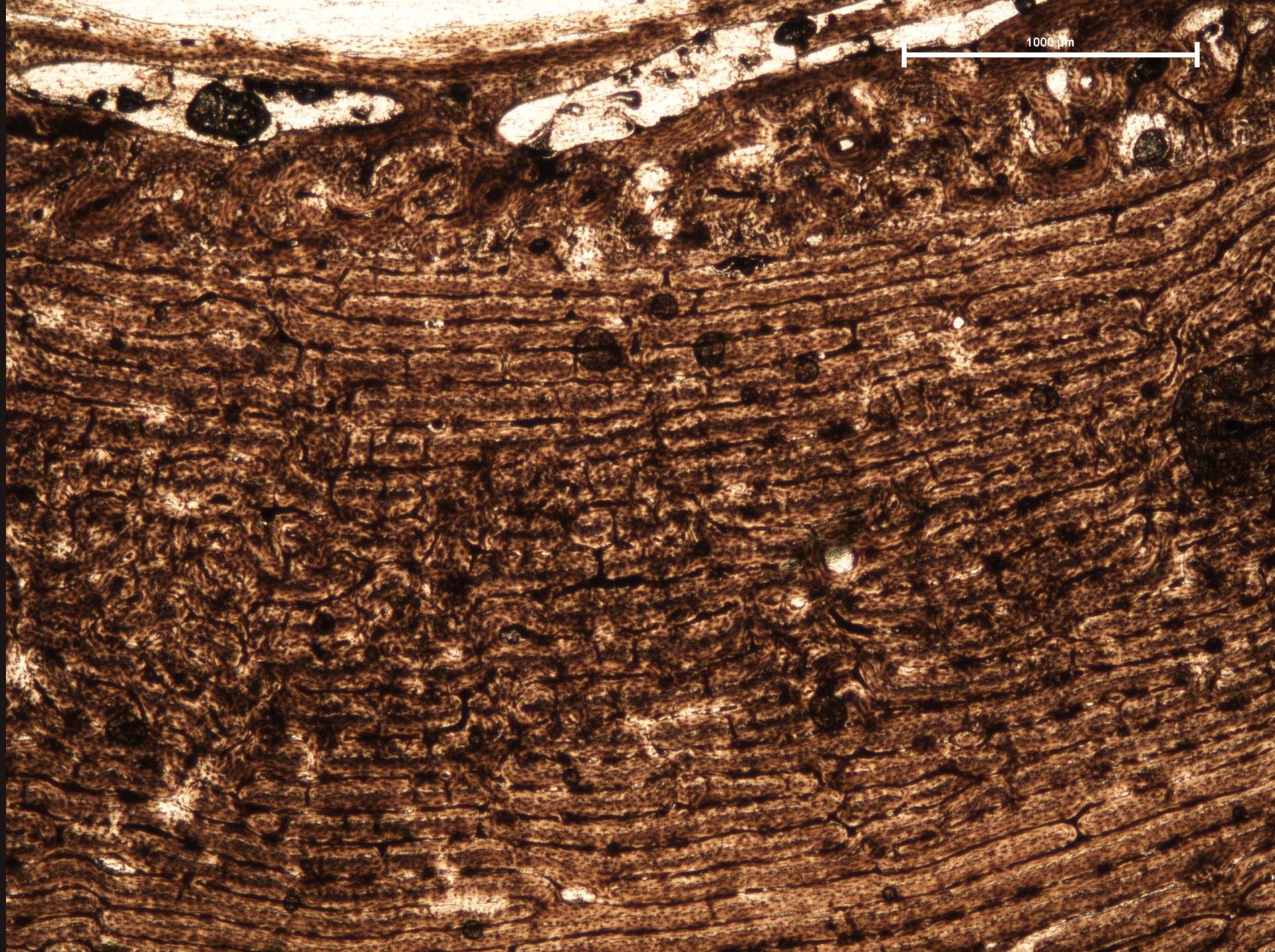


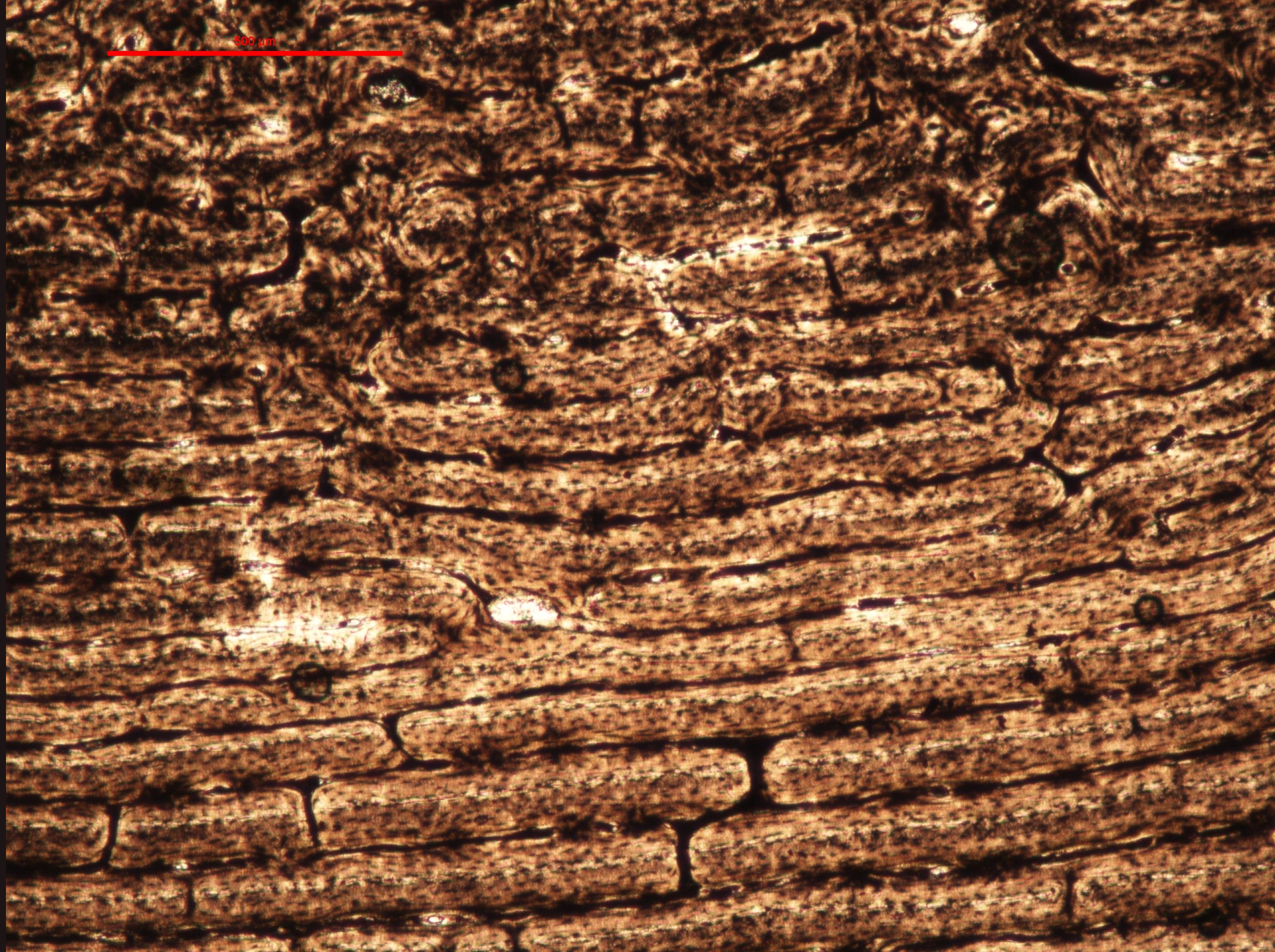


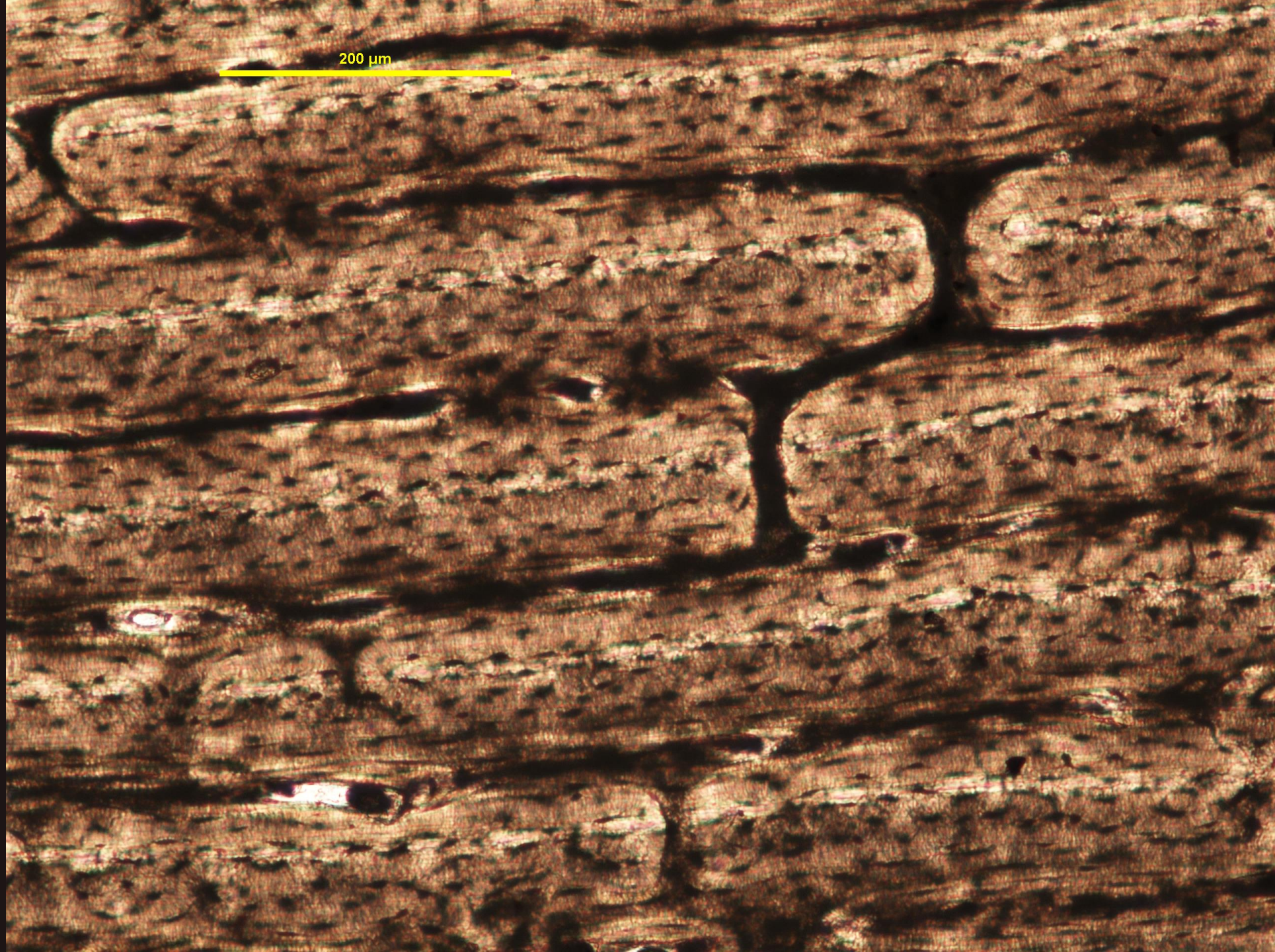


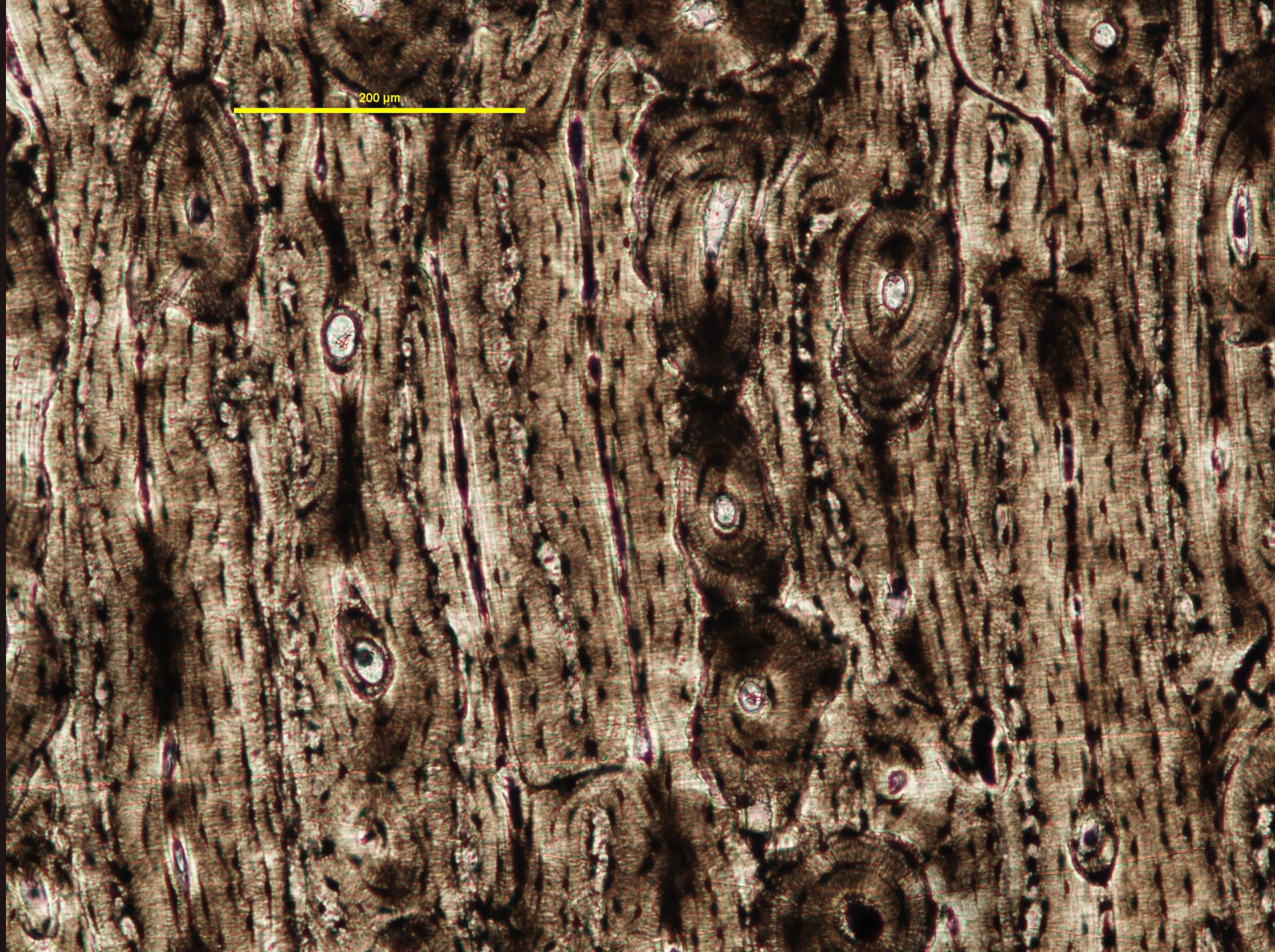


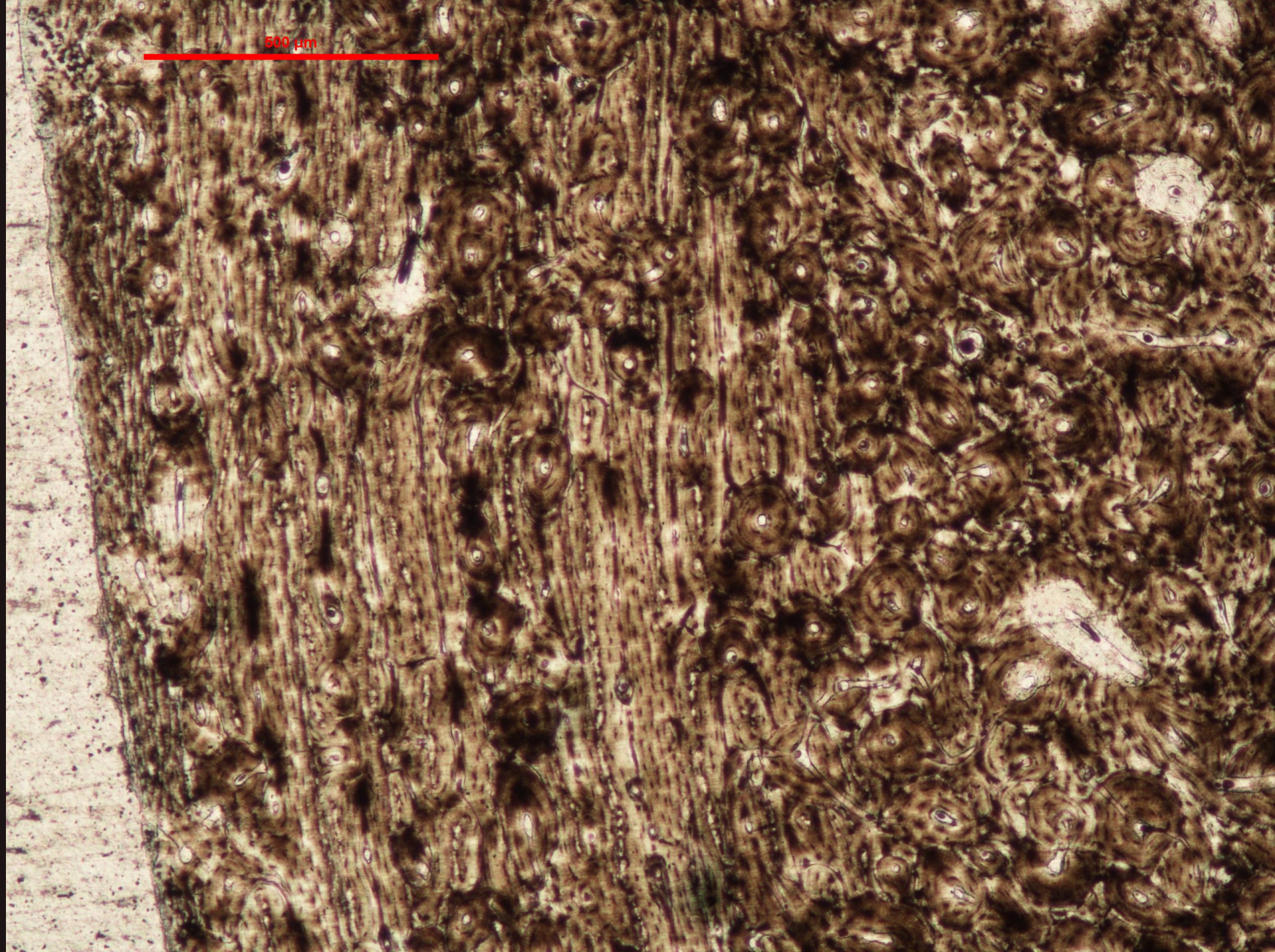


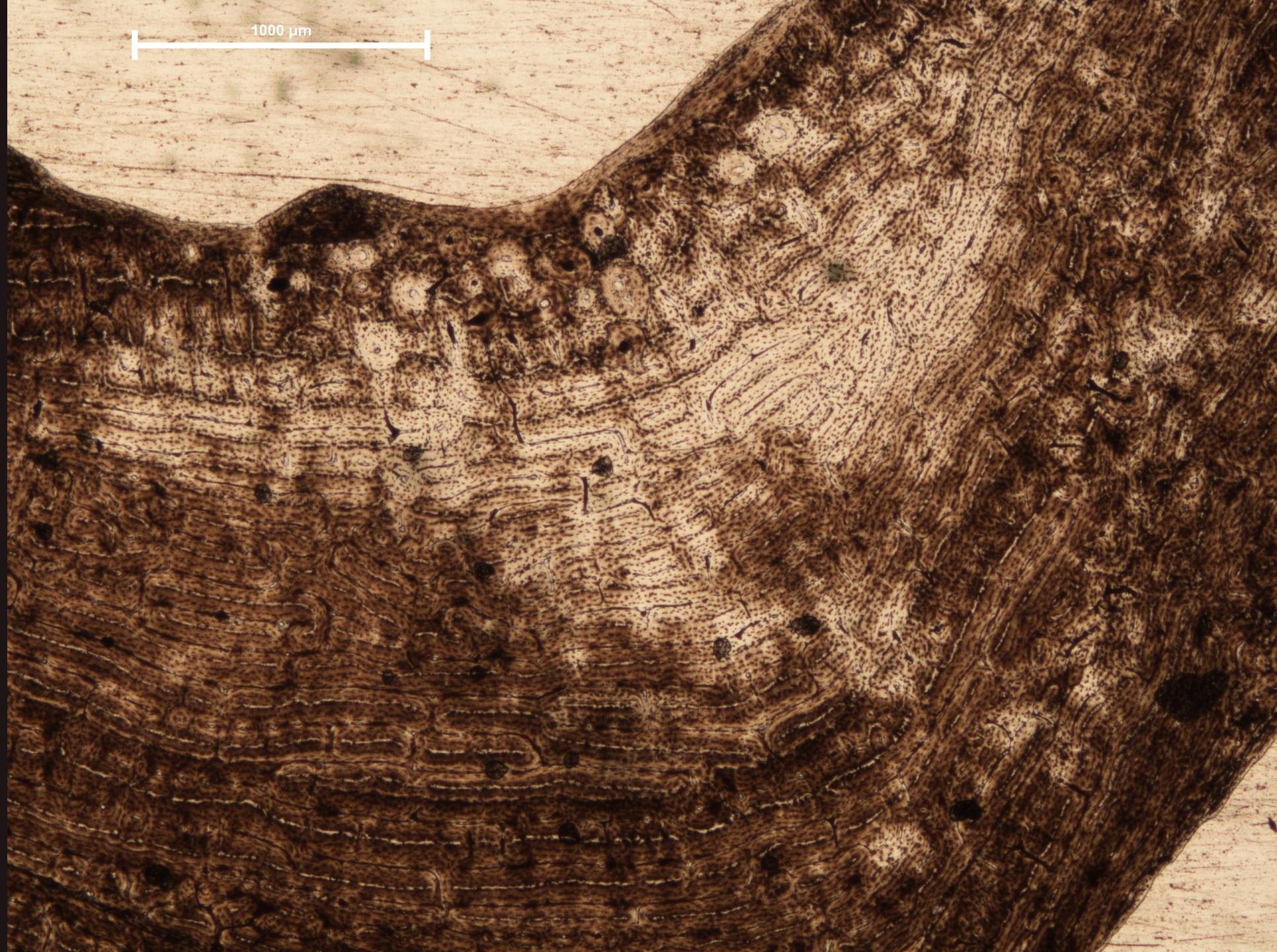


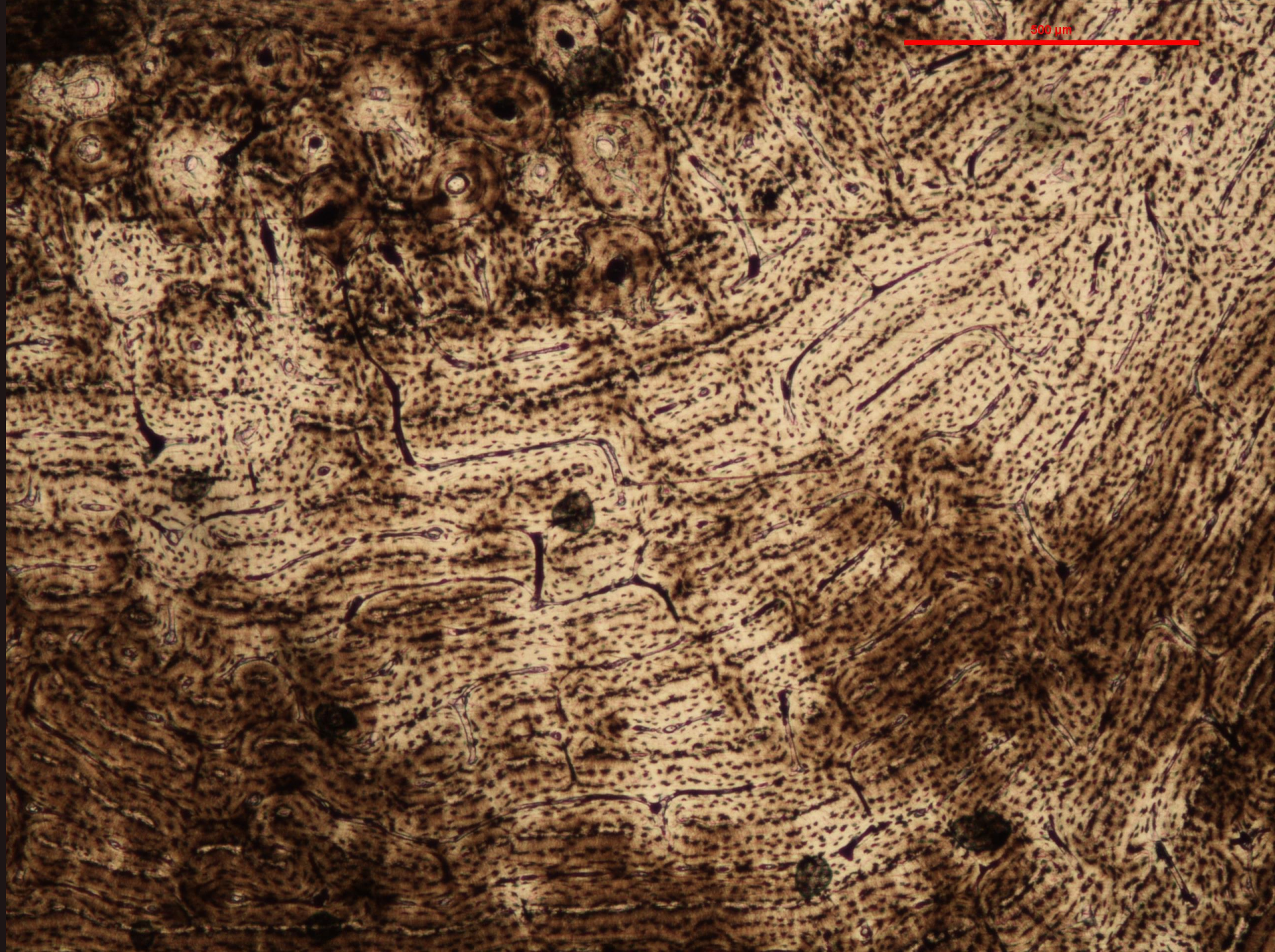




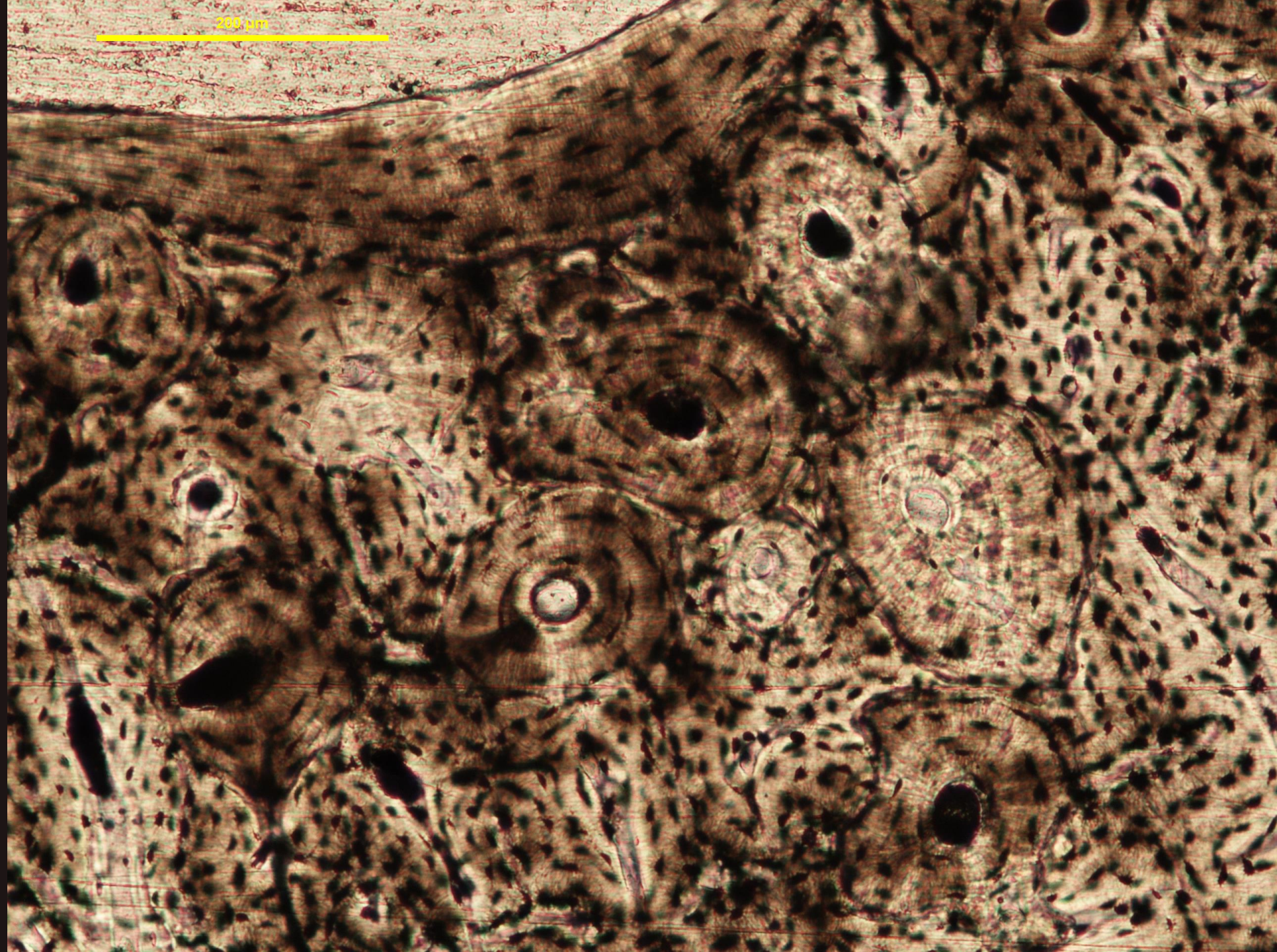


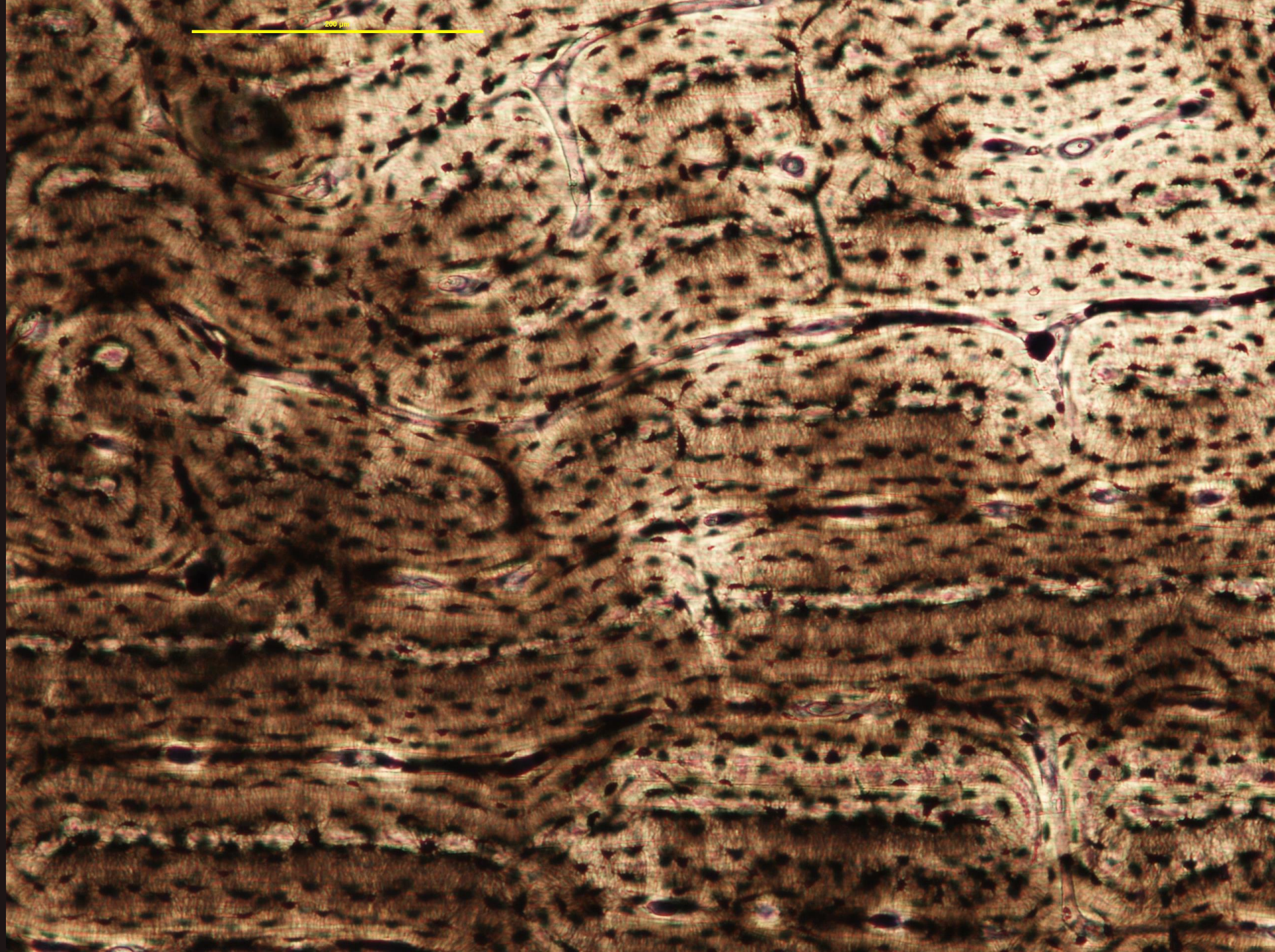


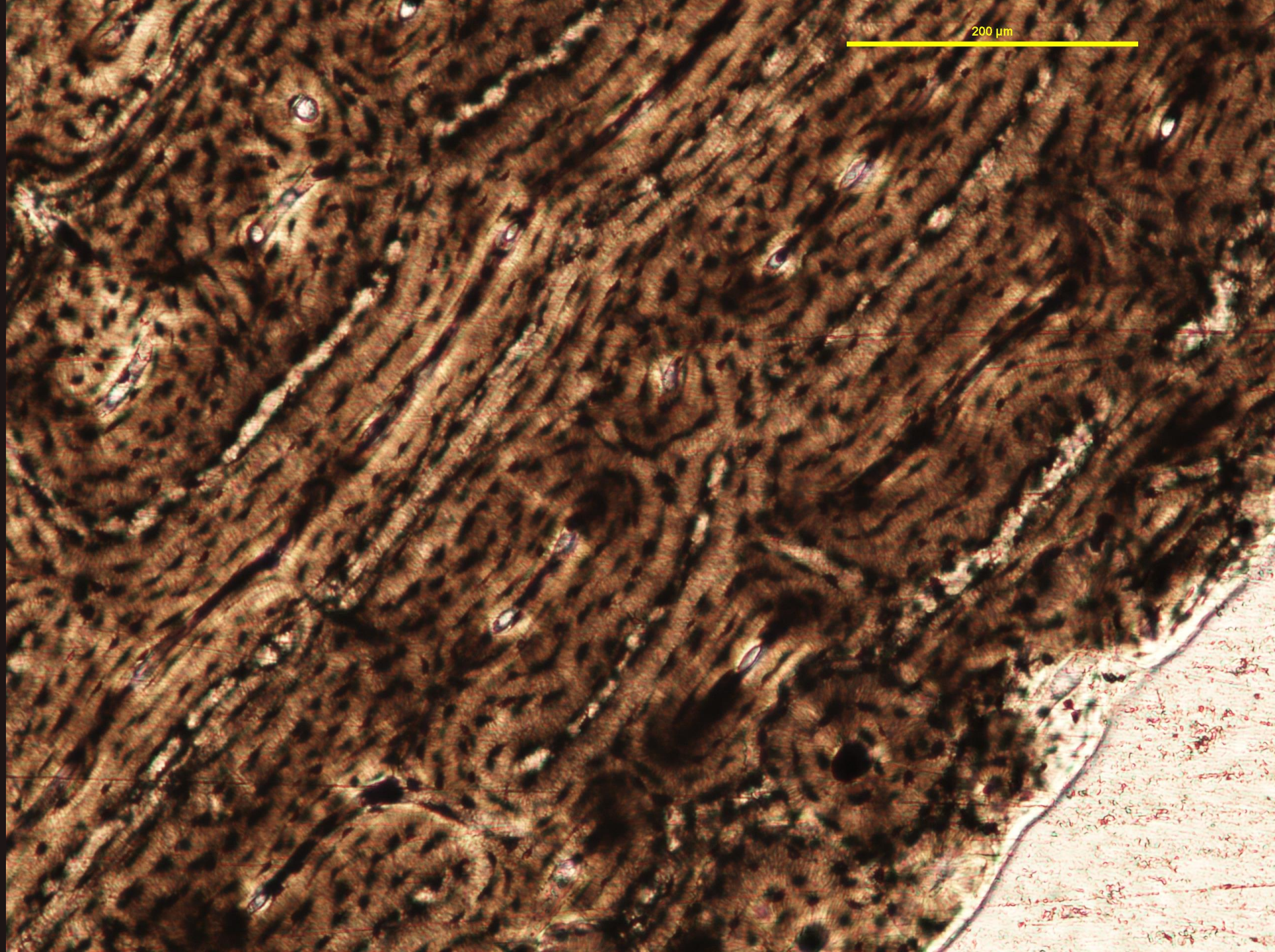


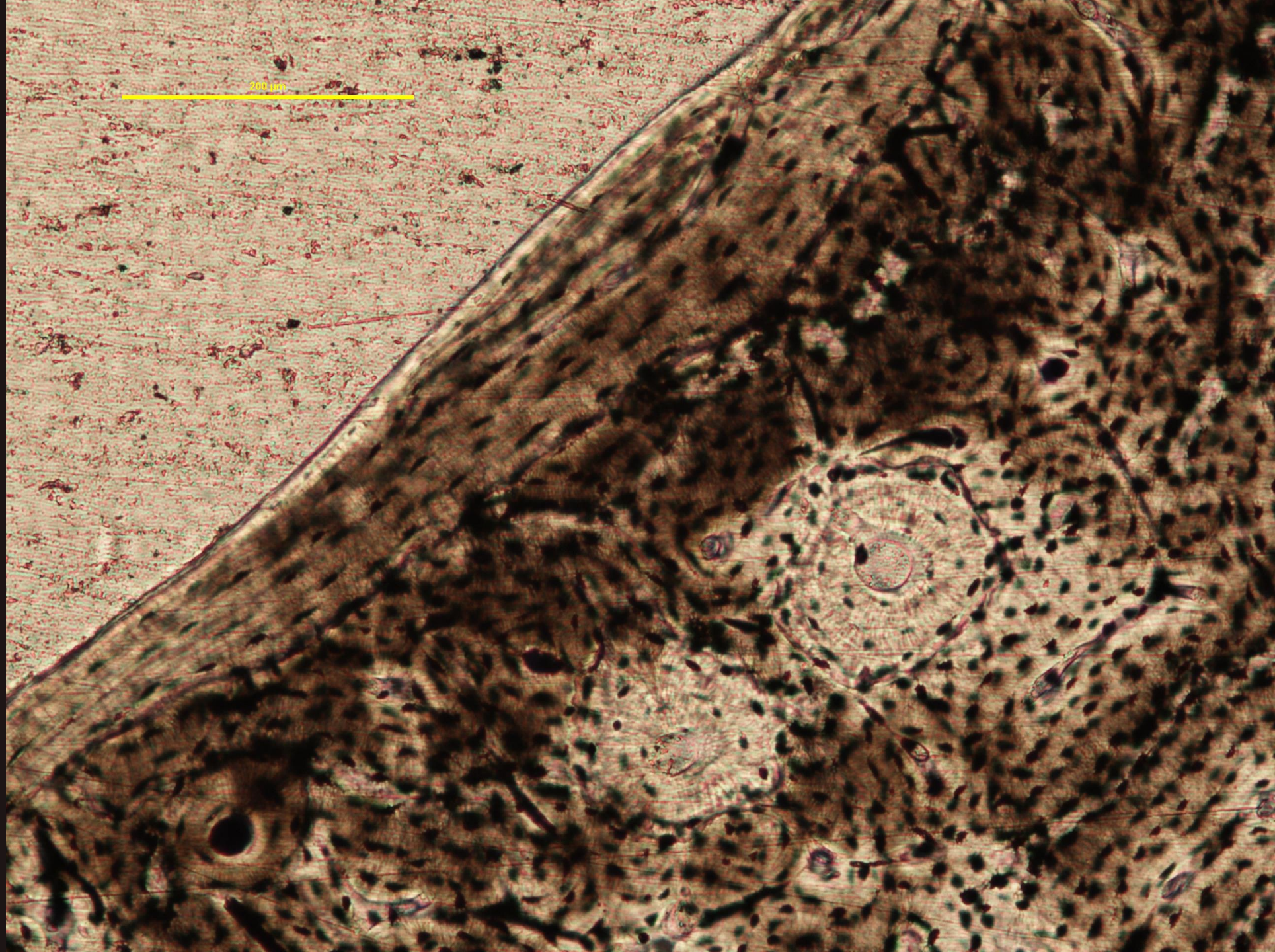


500 μm

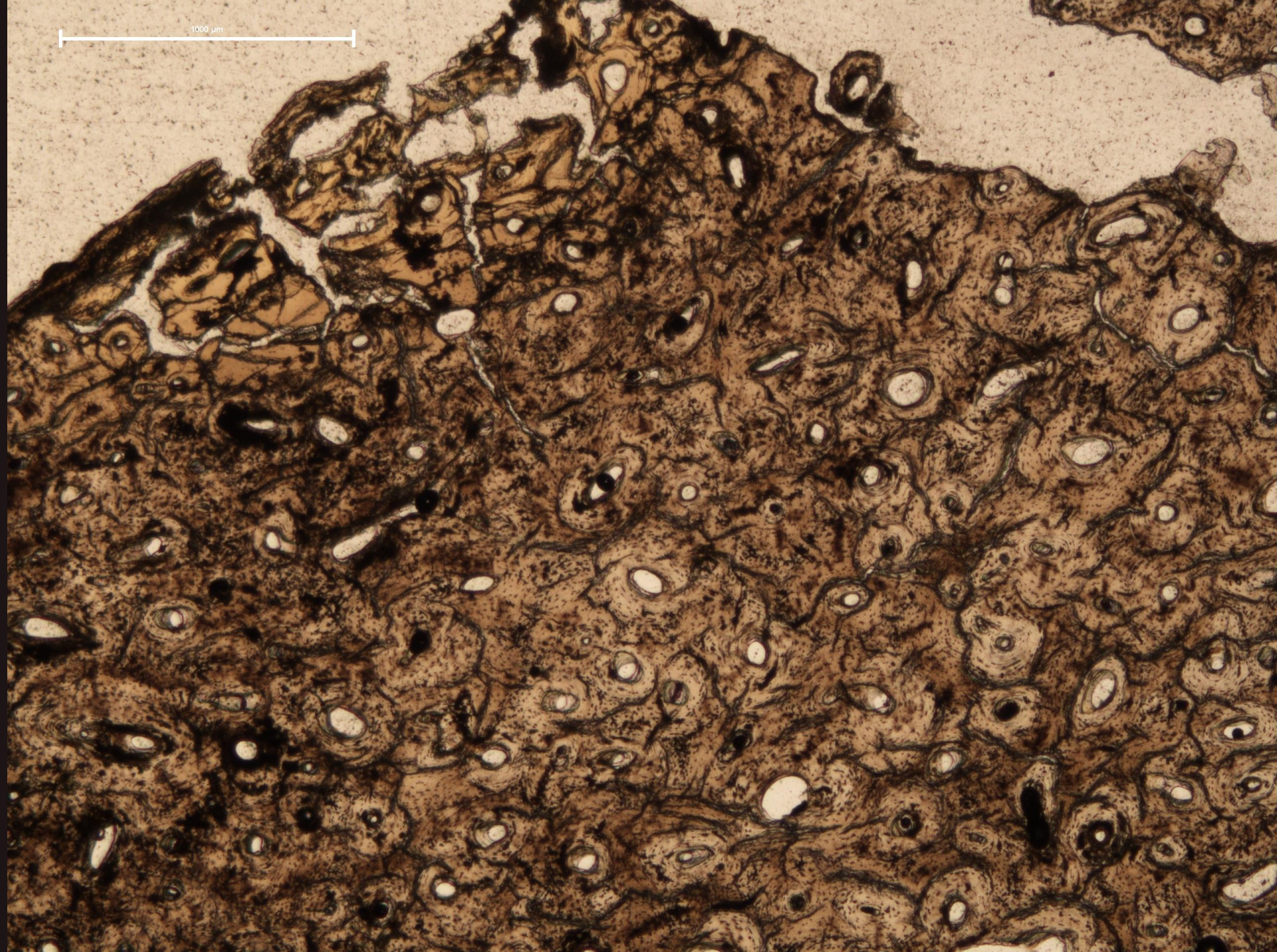




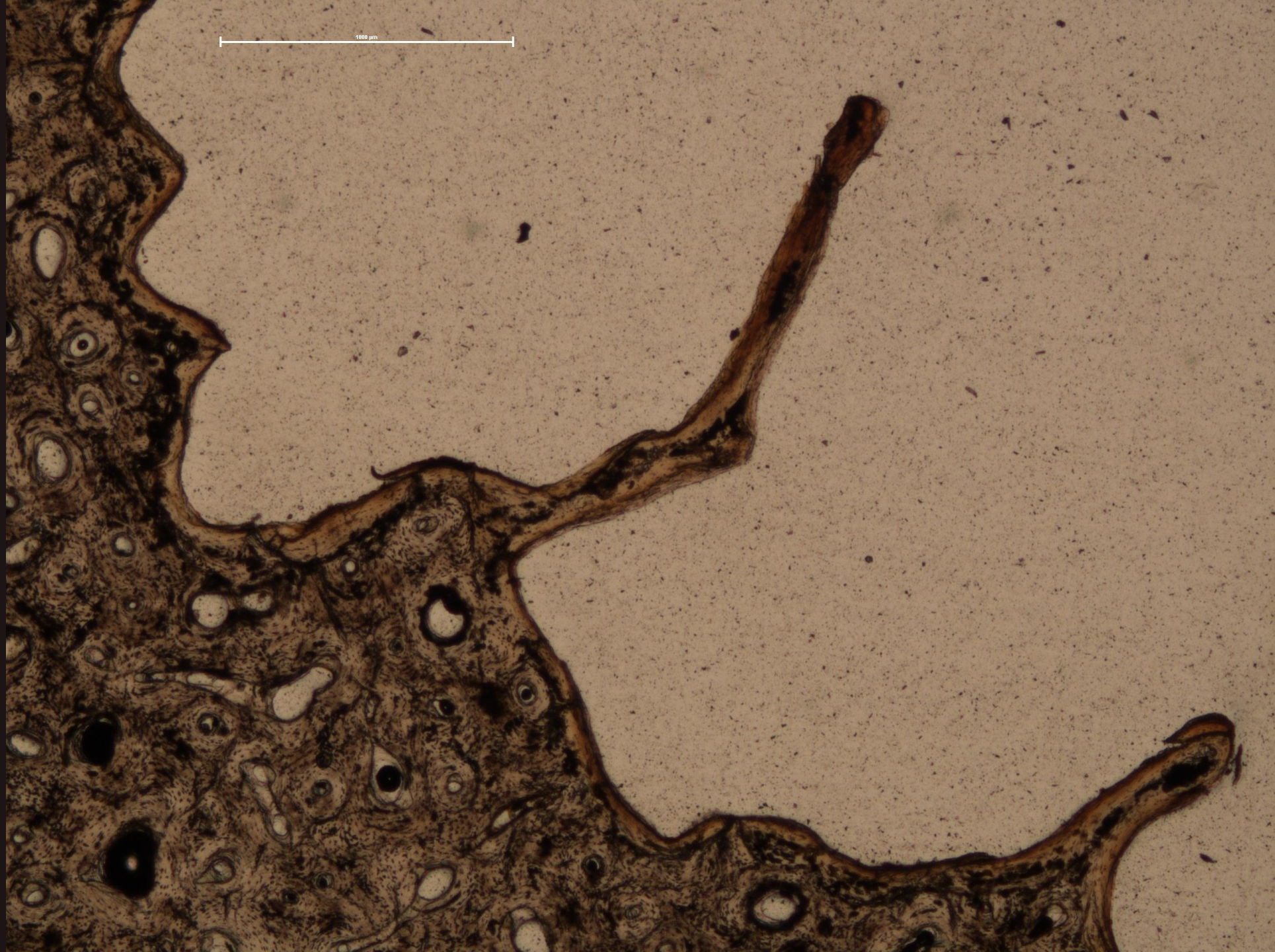




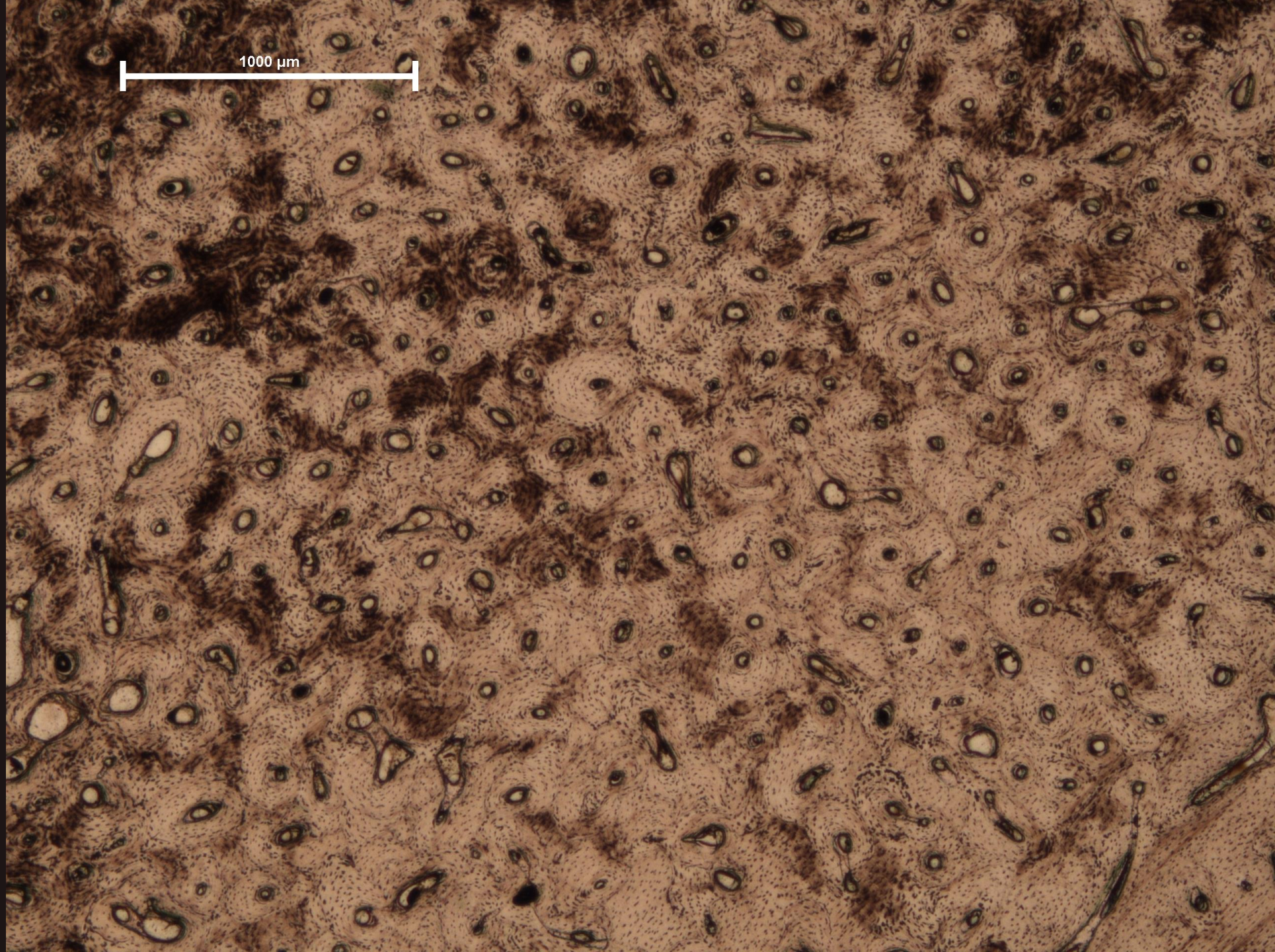
eks_30a



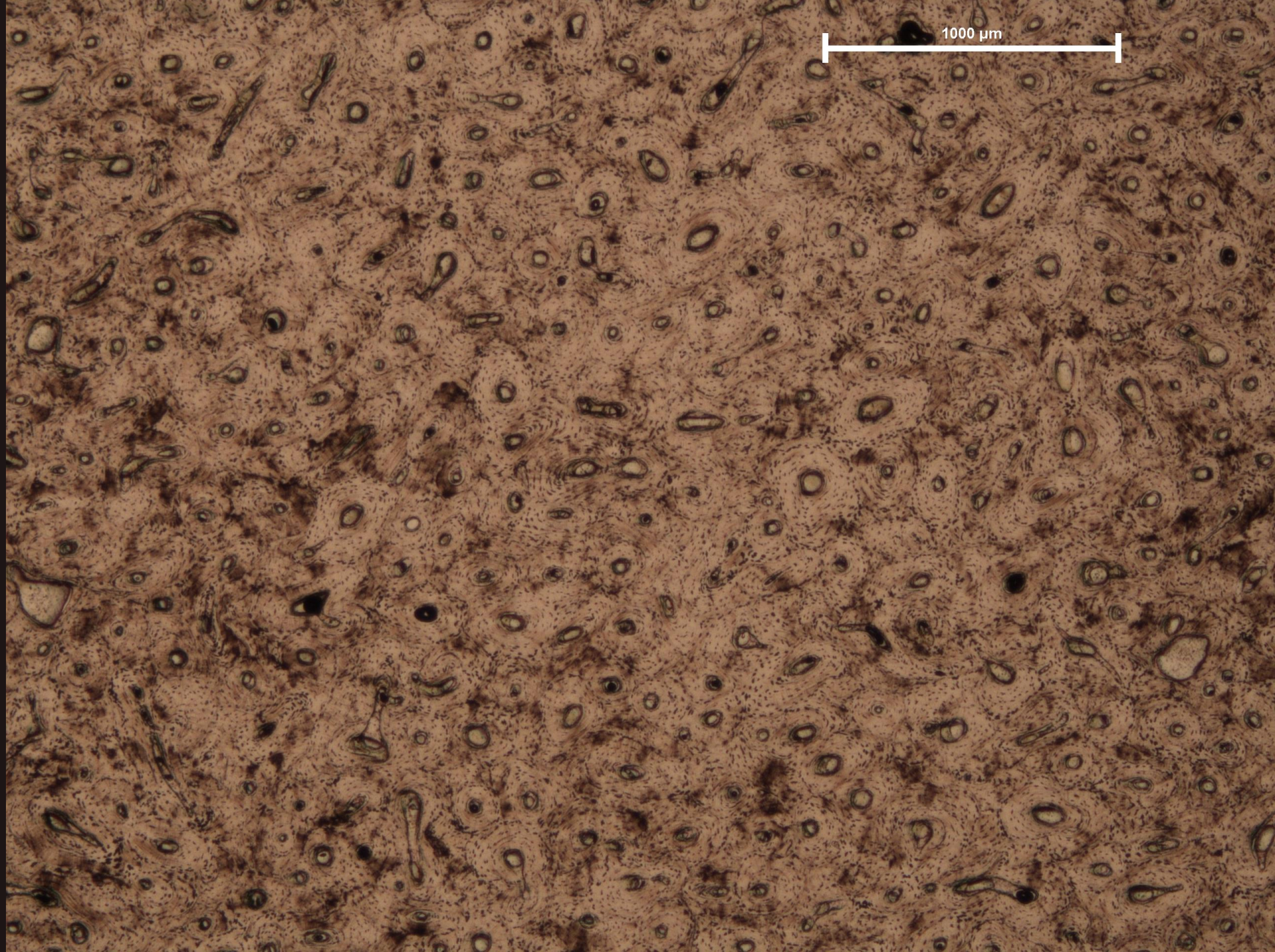
eks_30b

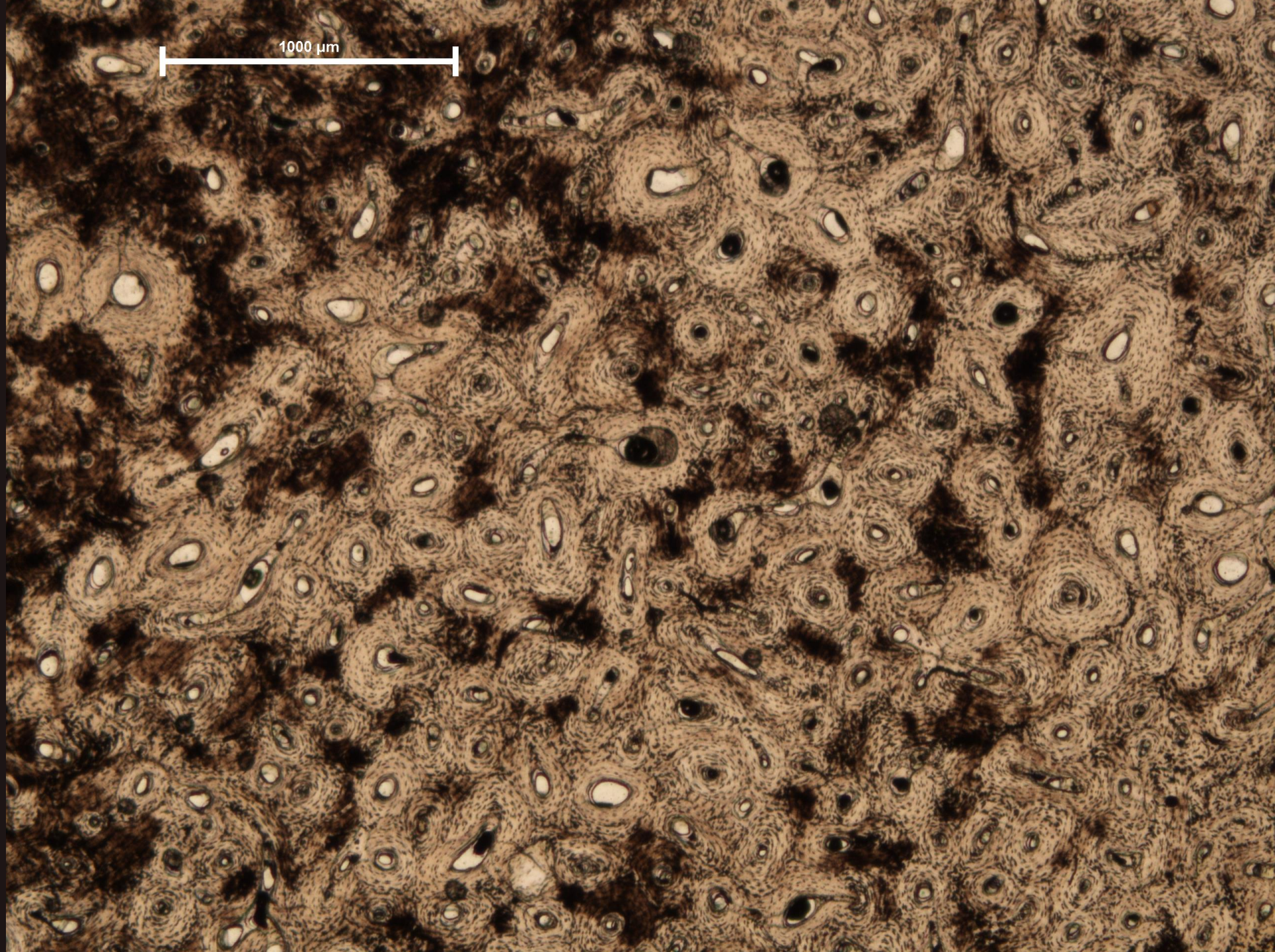


eks_31a

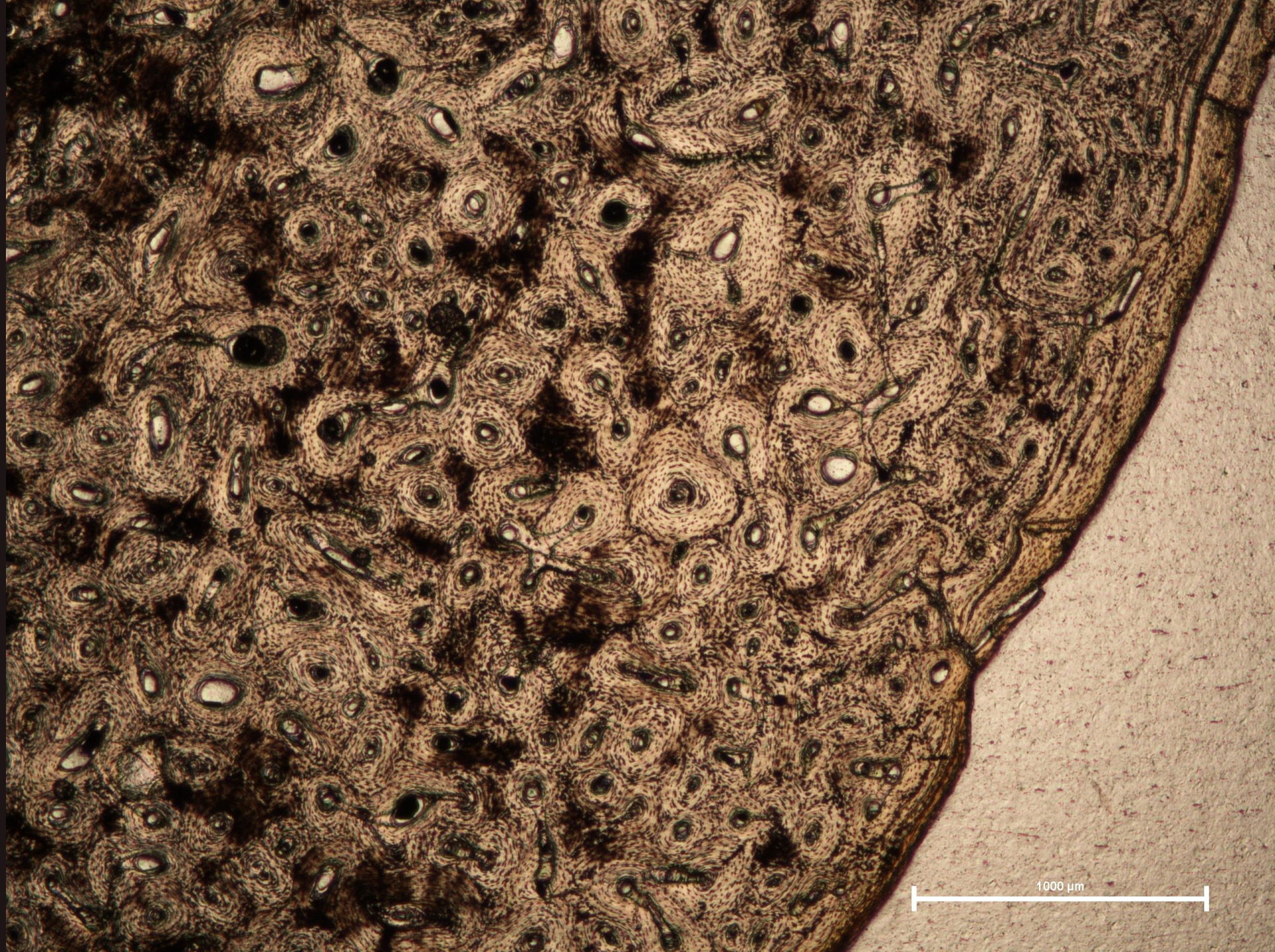


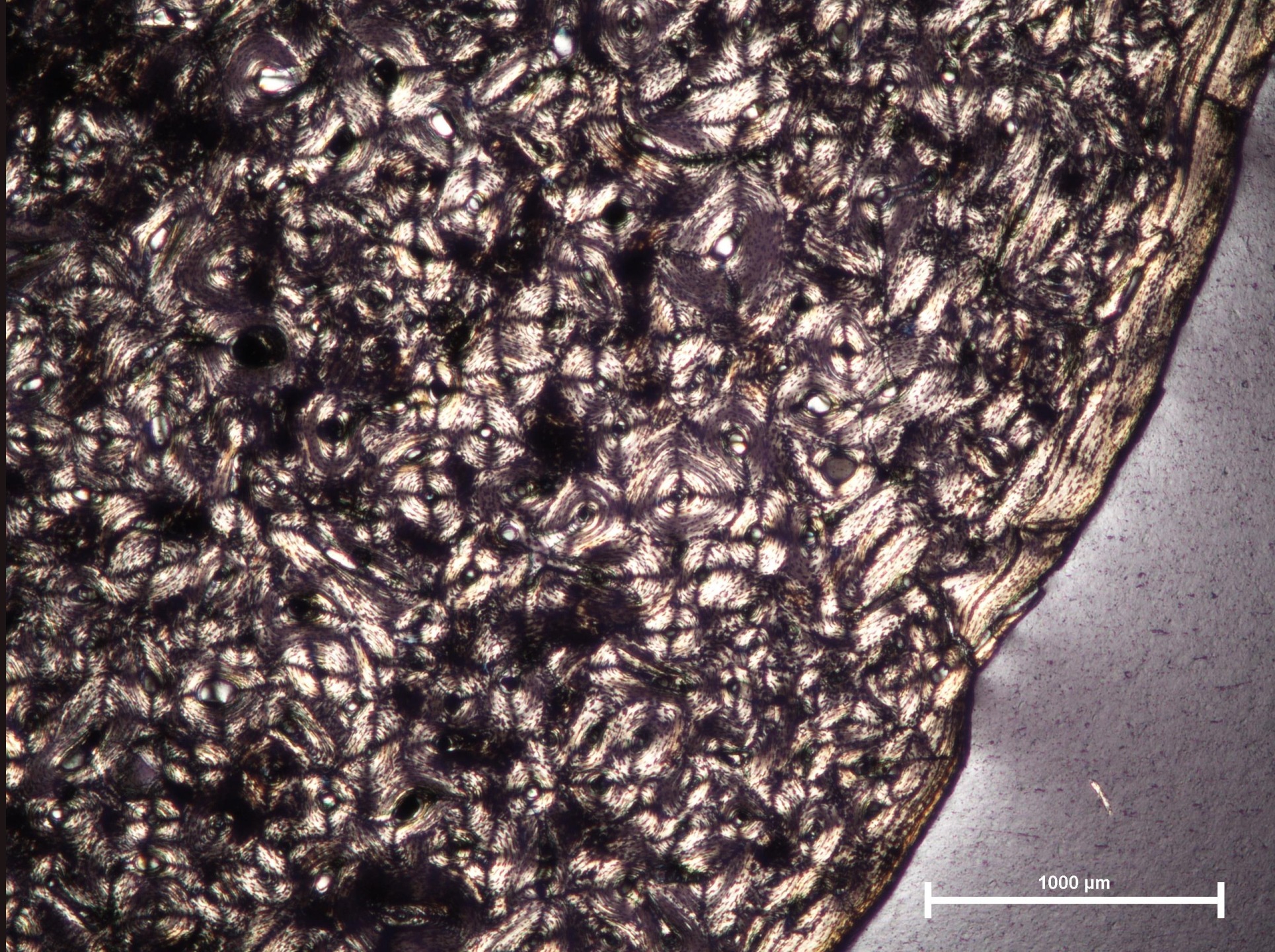
eks_31b

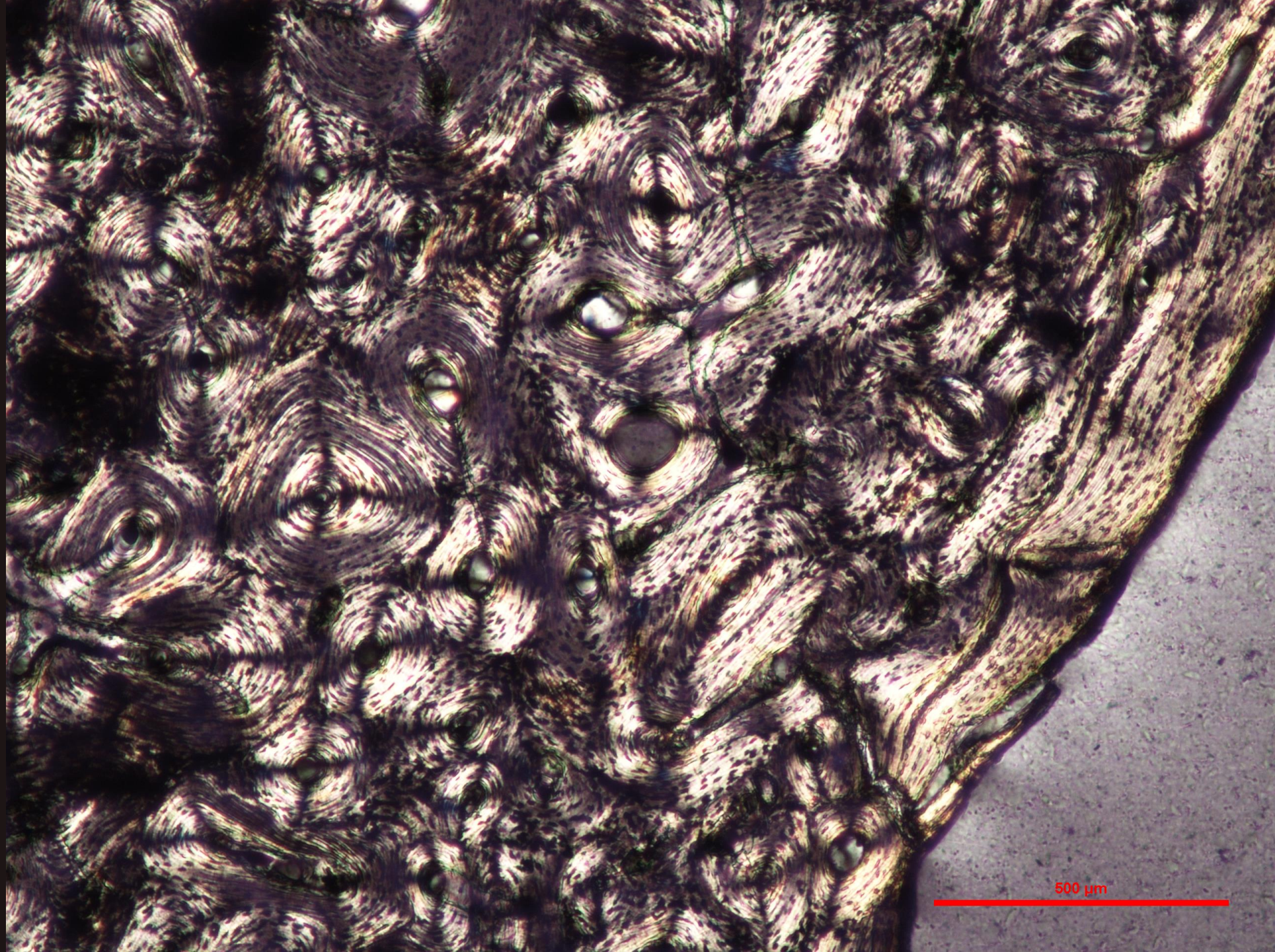




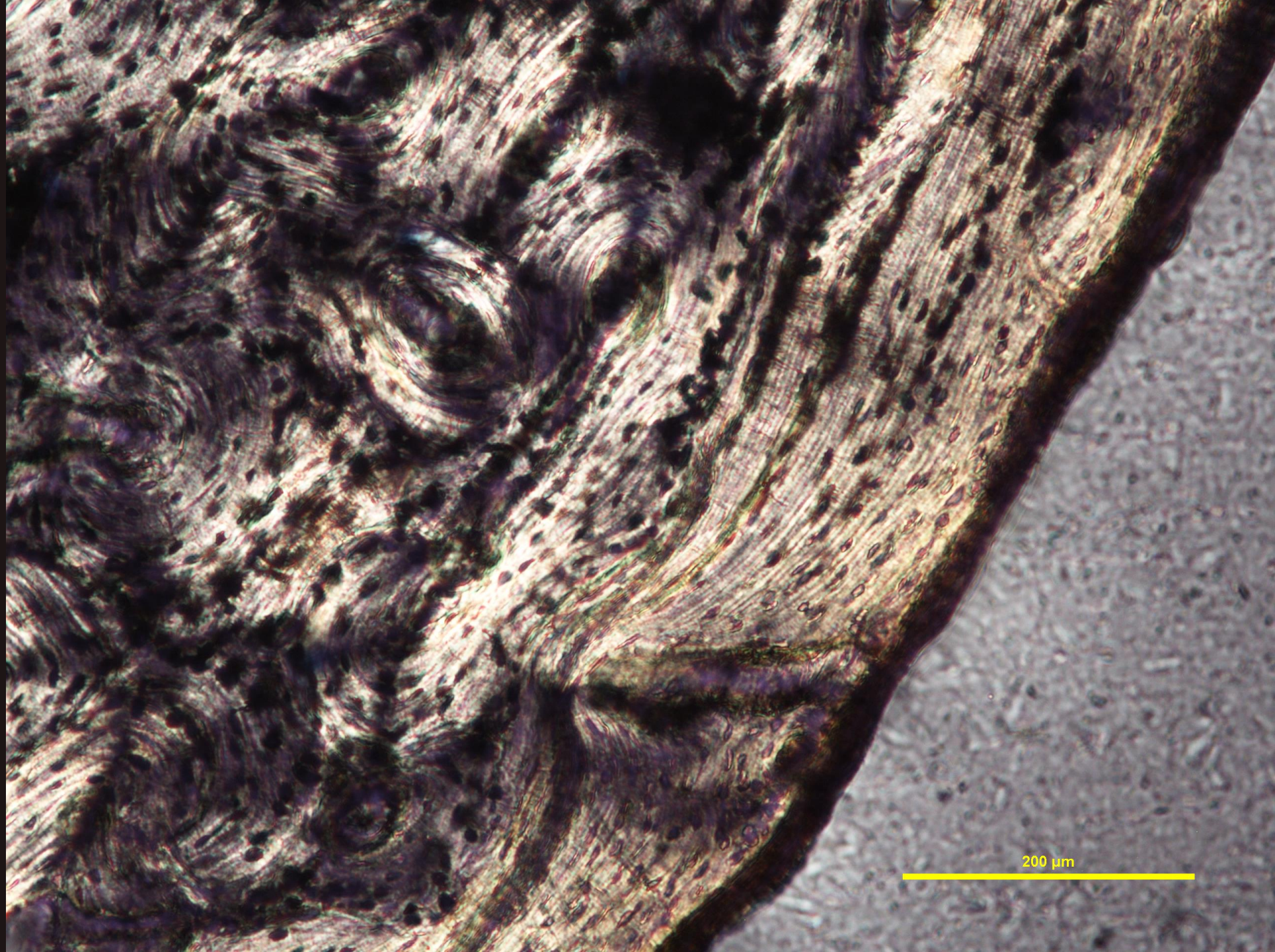




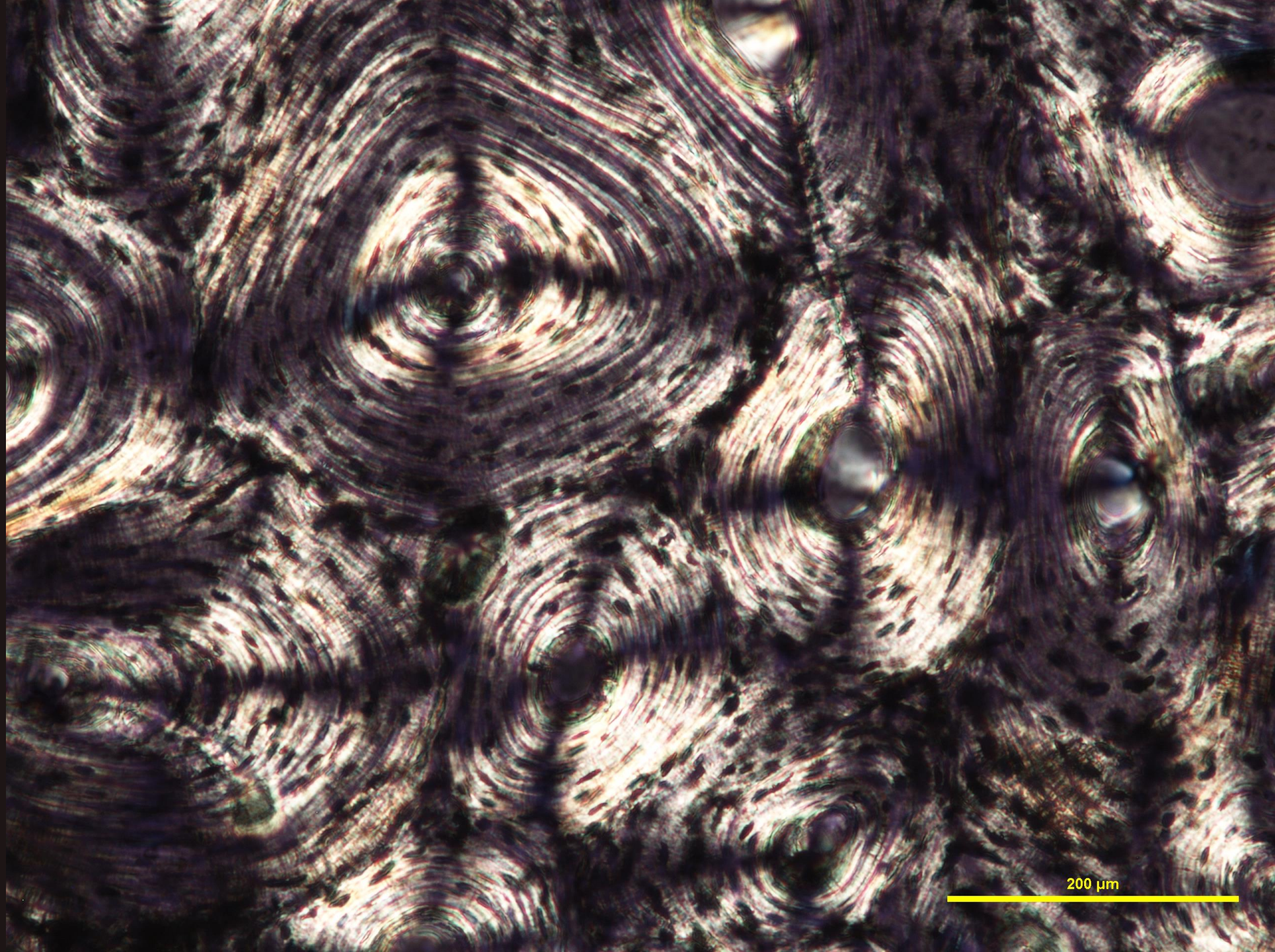




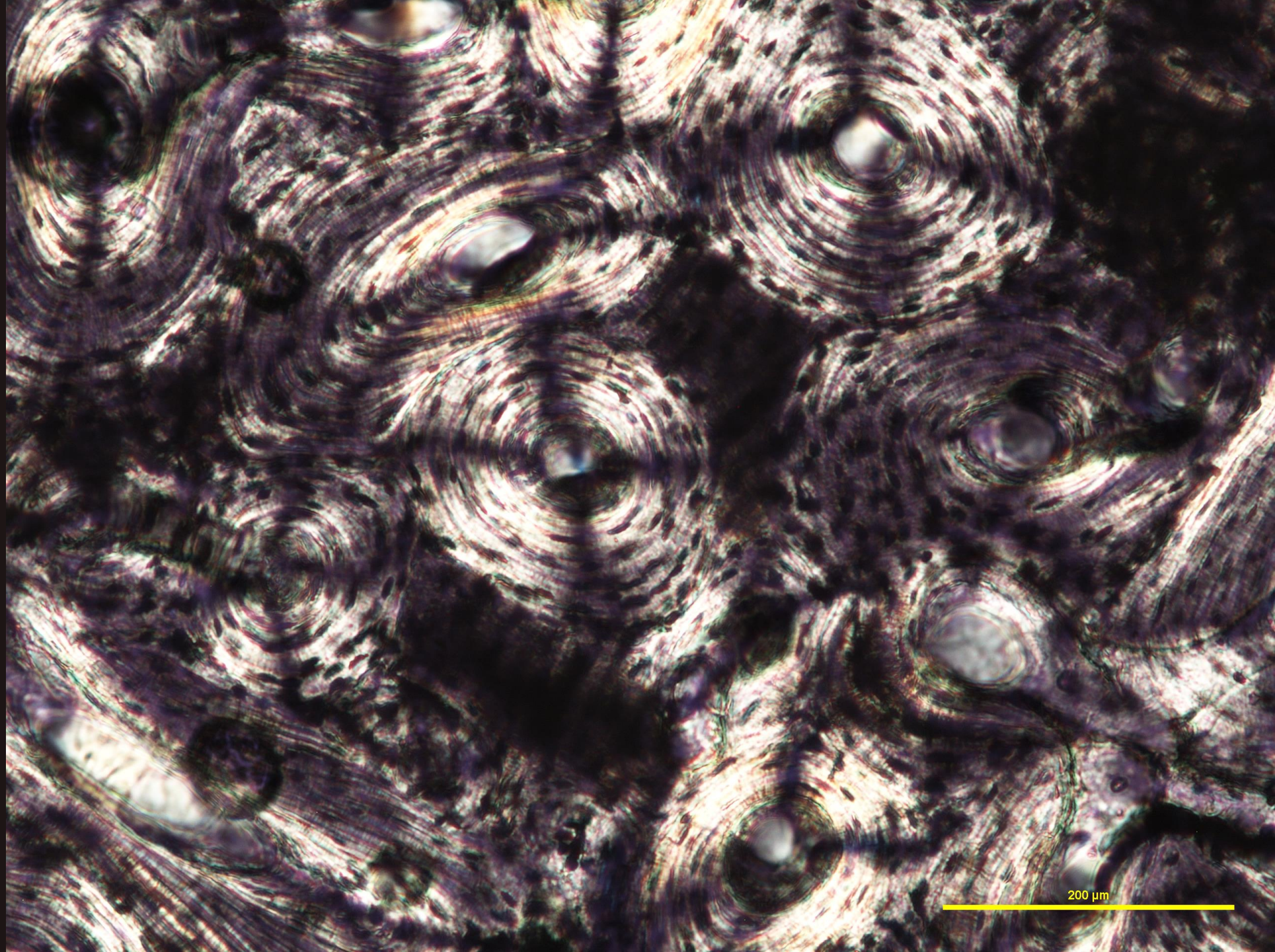
500 μm



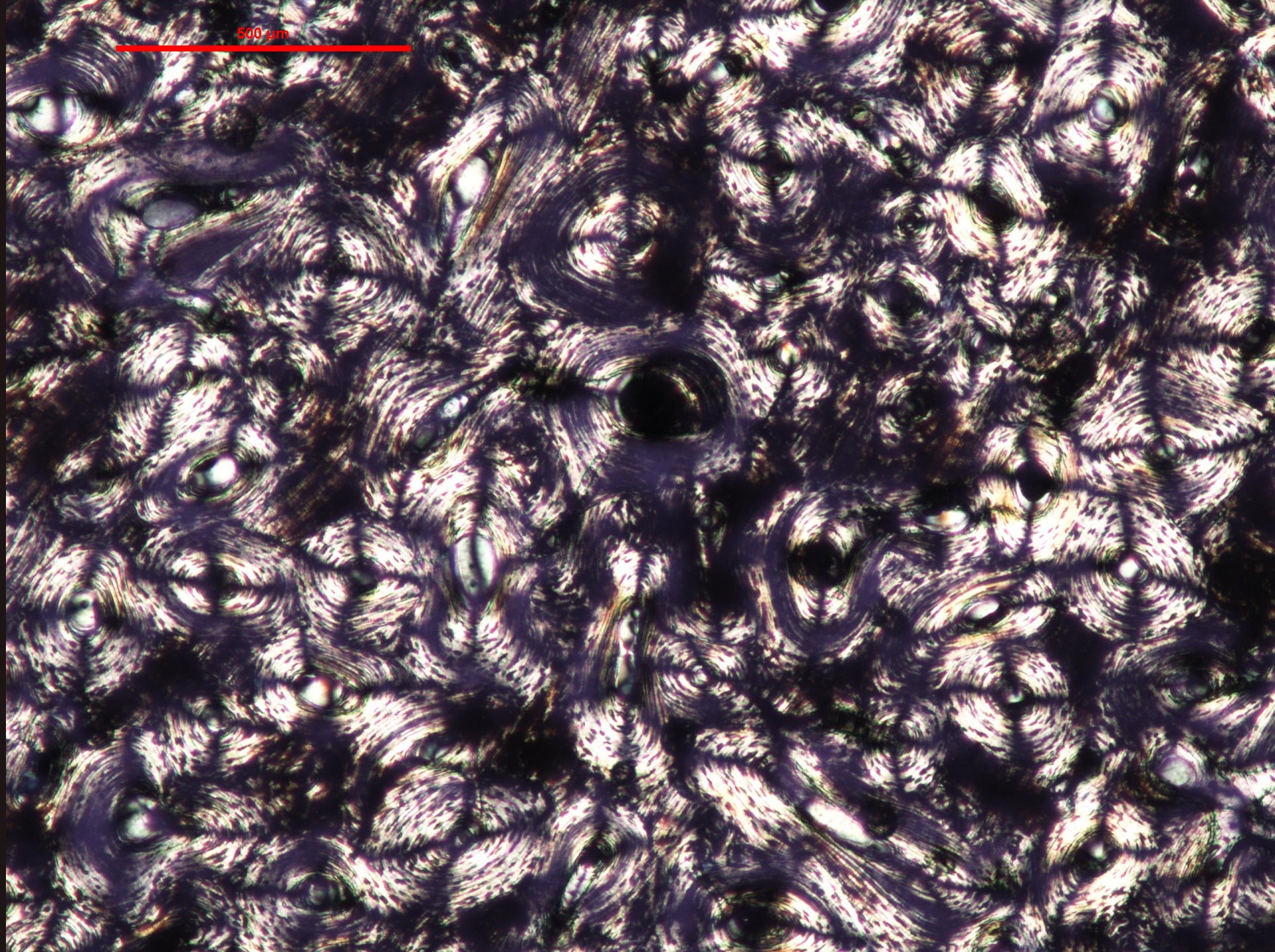
200 μm



200 μm



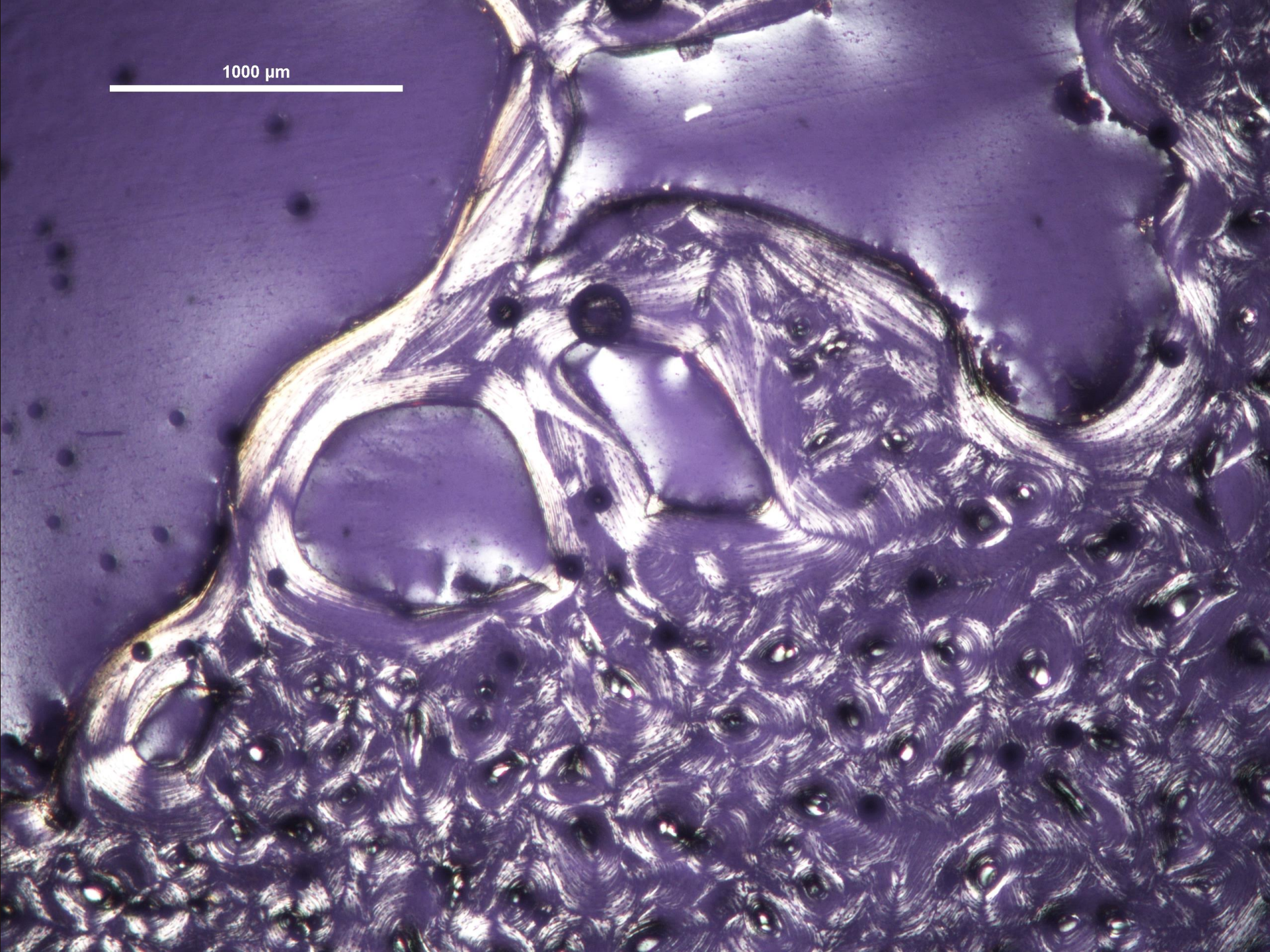
200 μ m



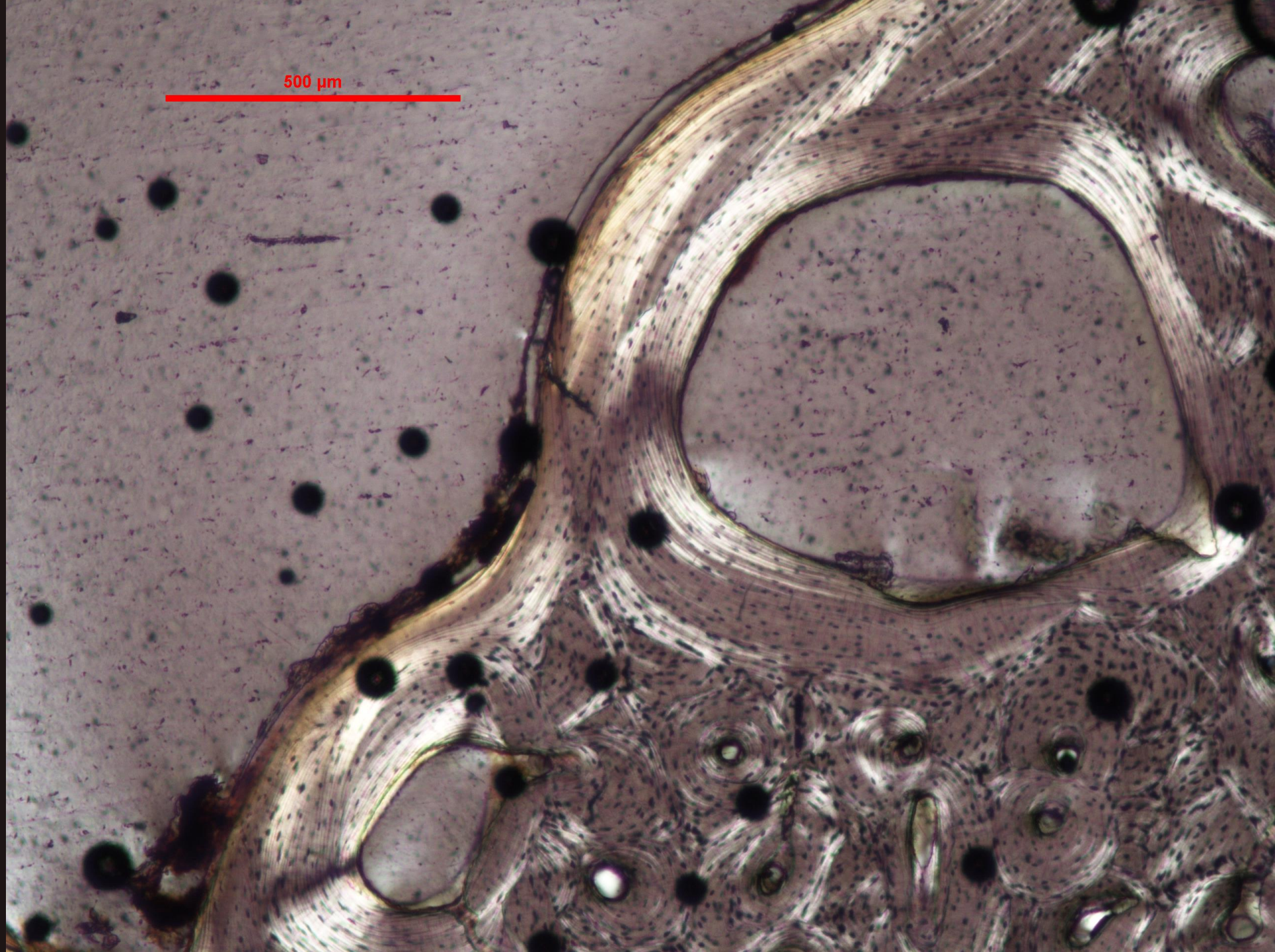
1000 μm

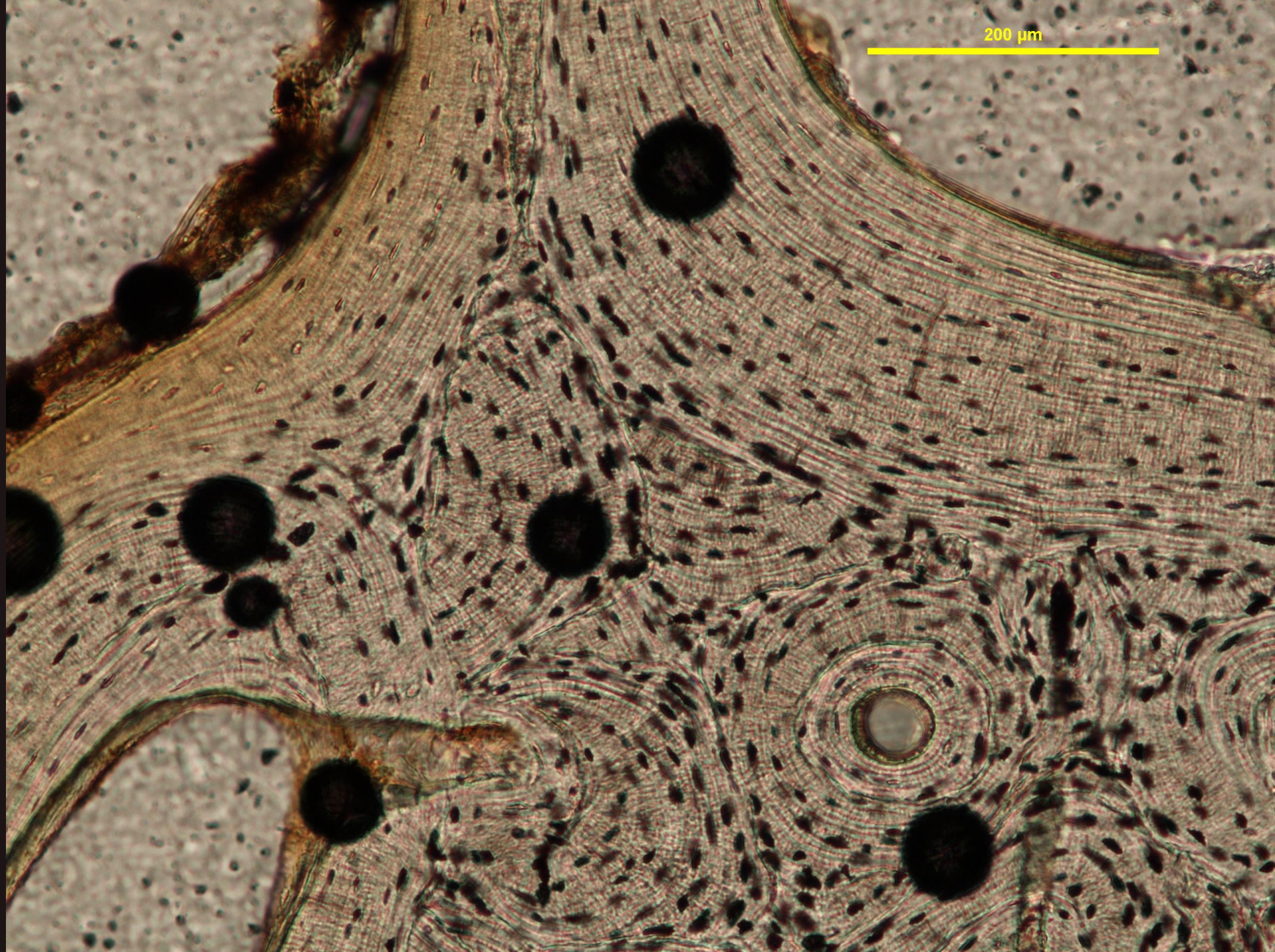


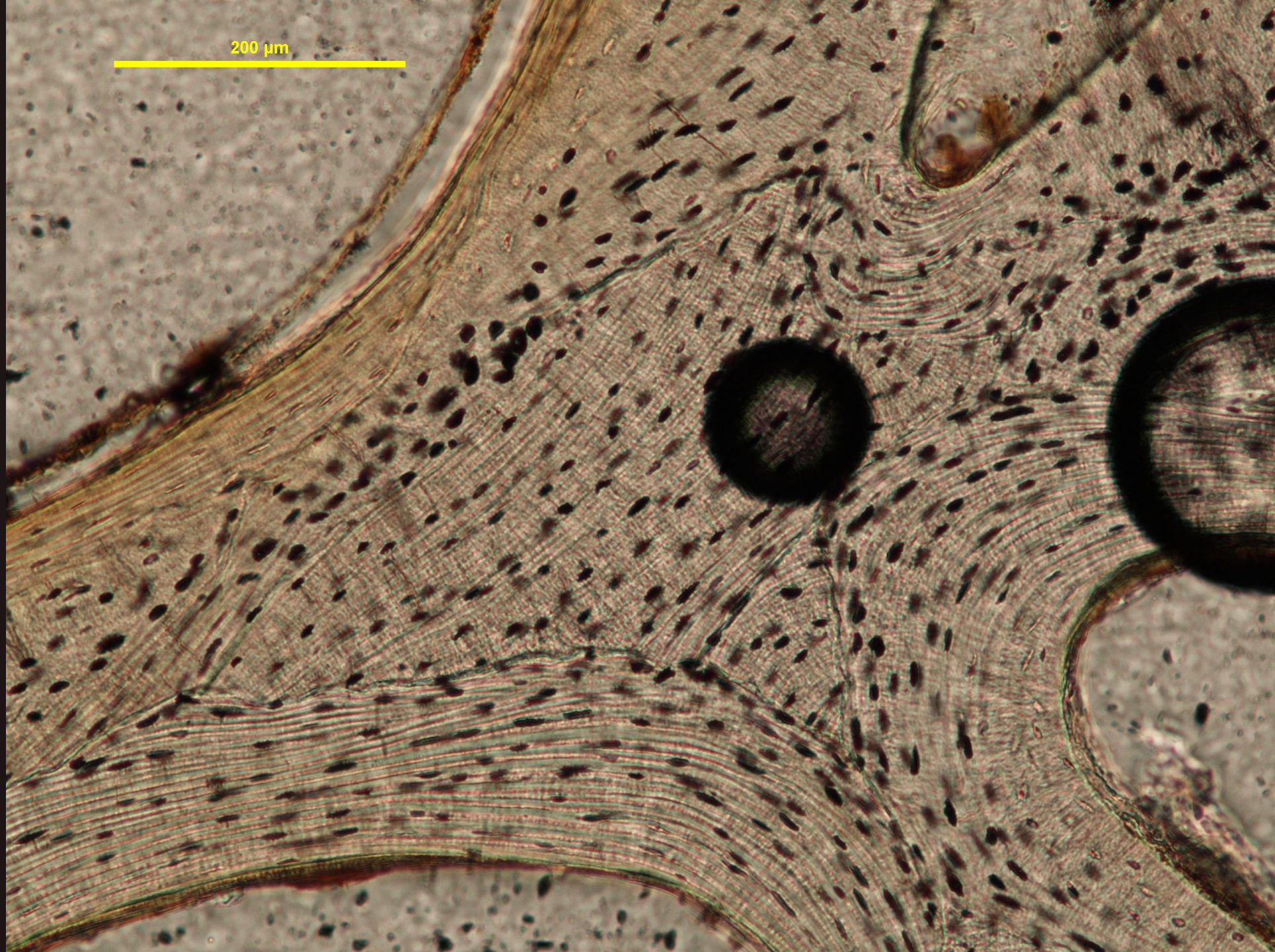
1000 μm

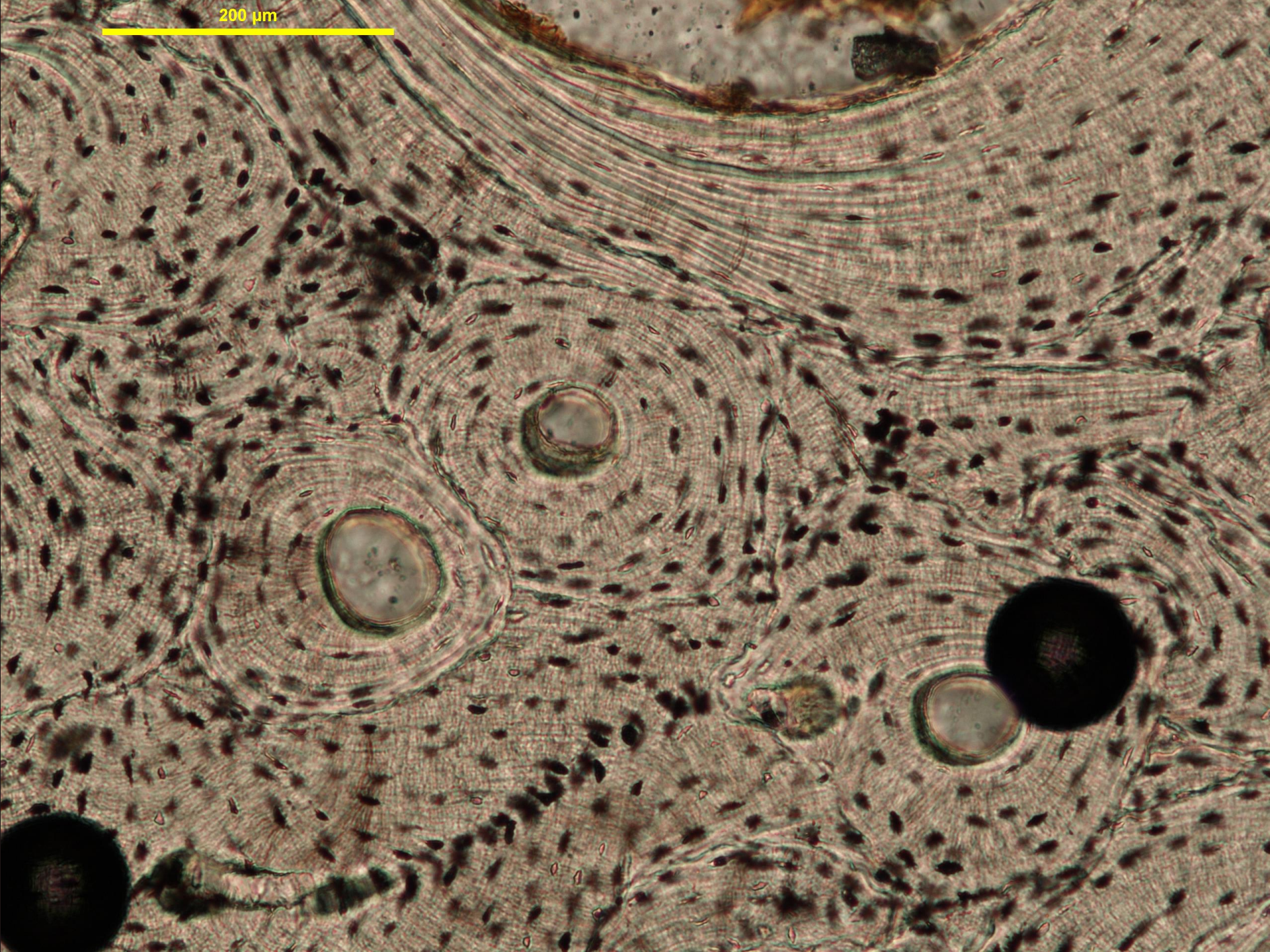


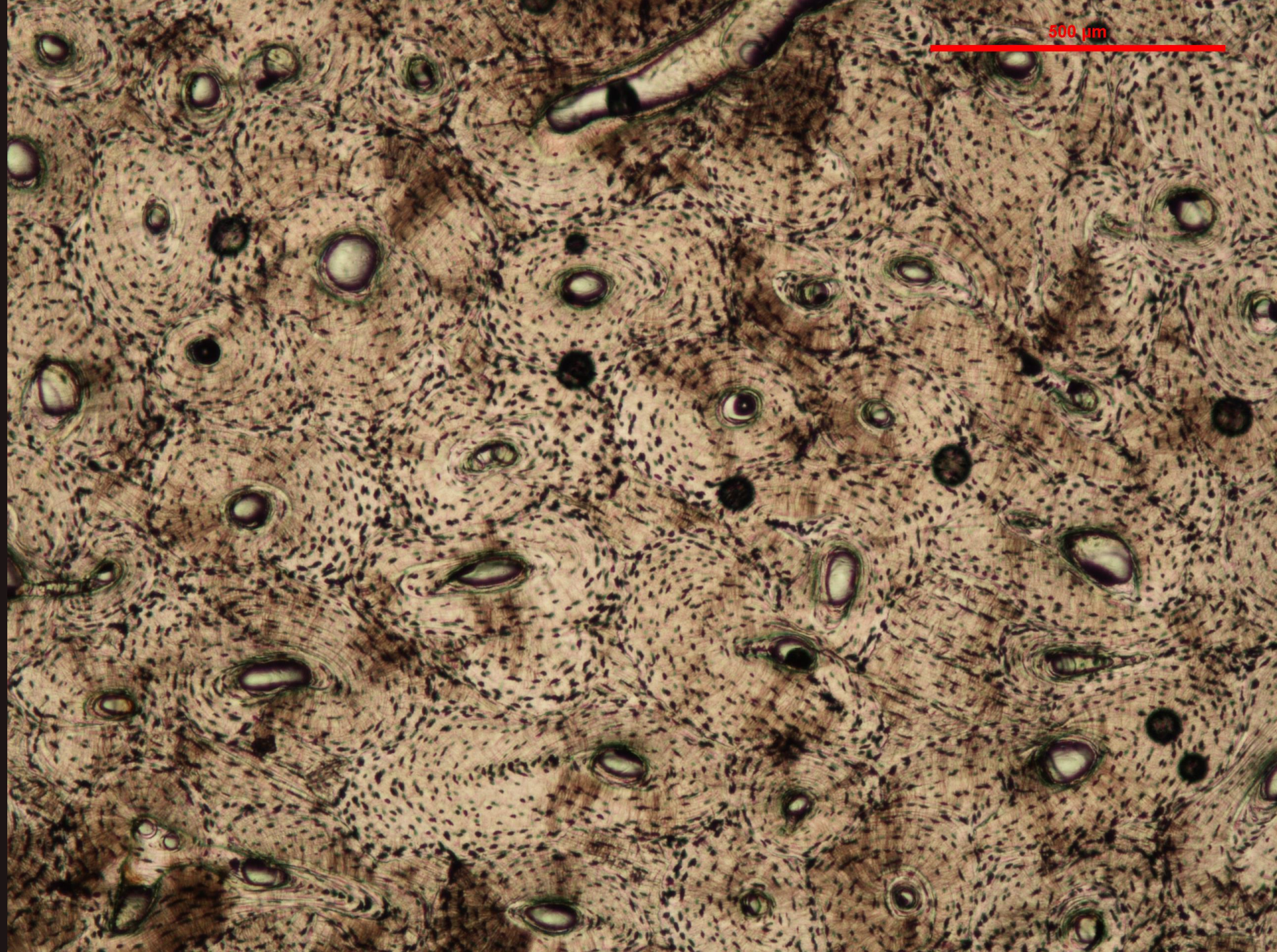
500 μ m

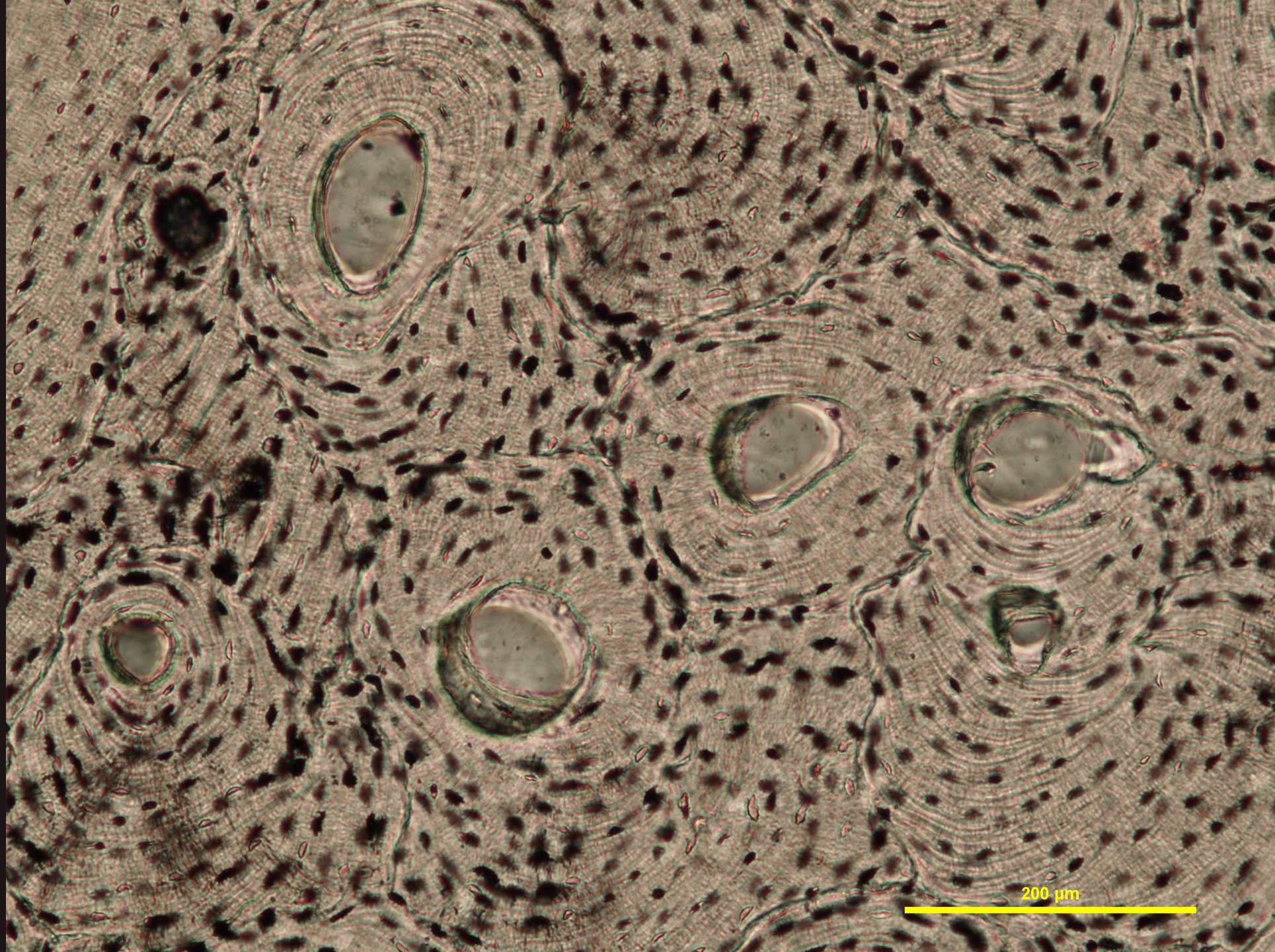


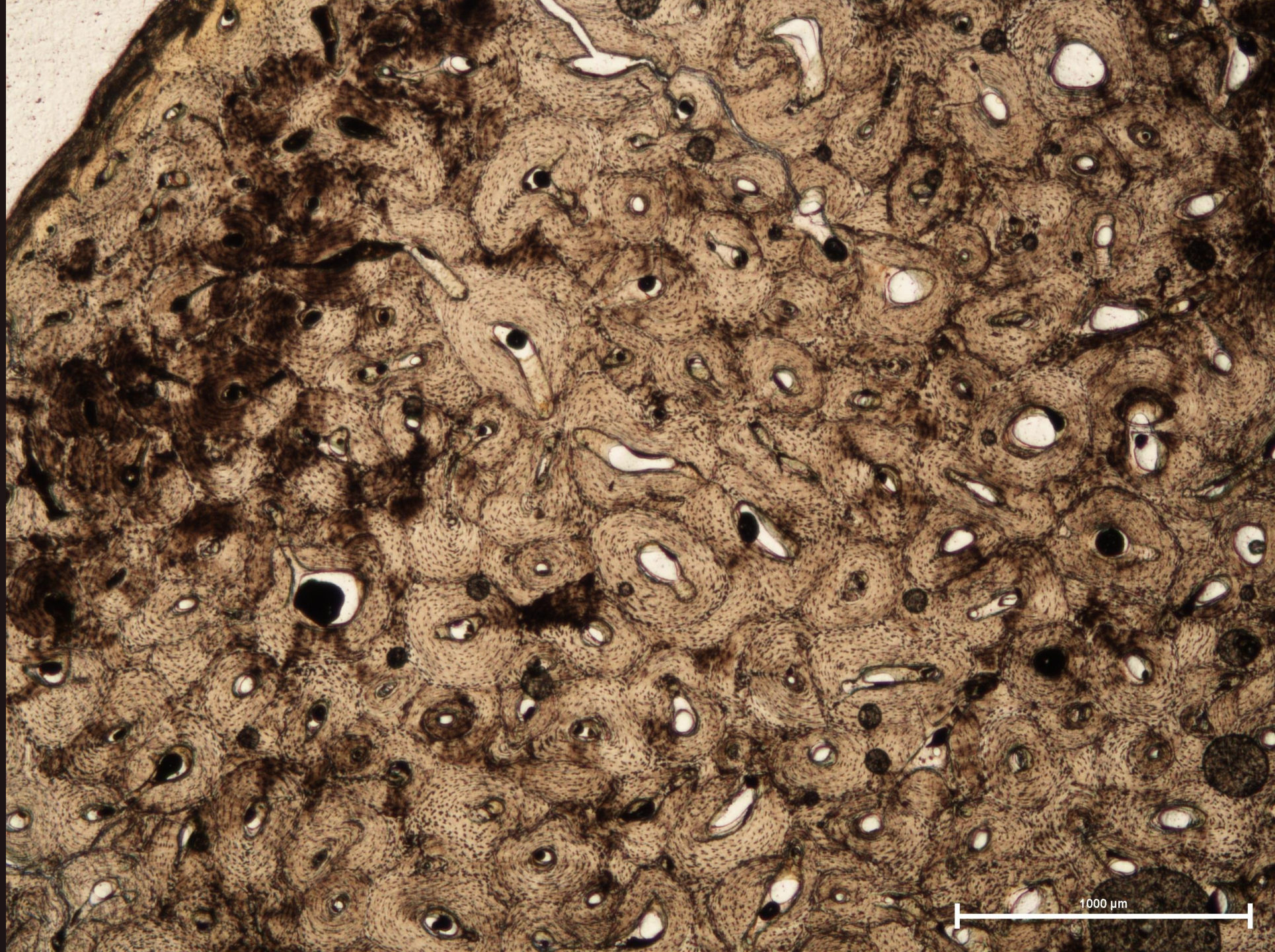


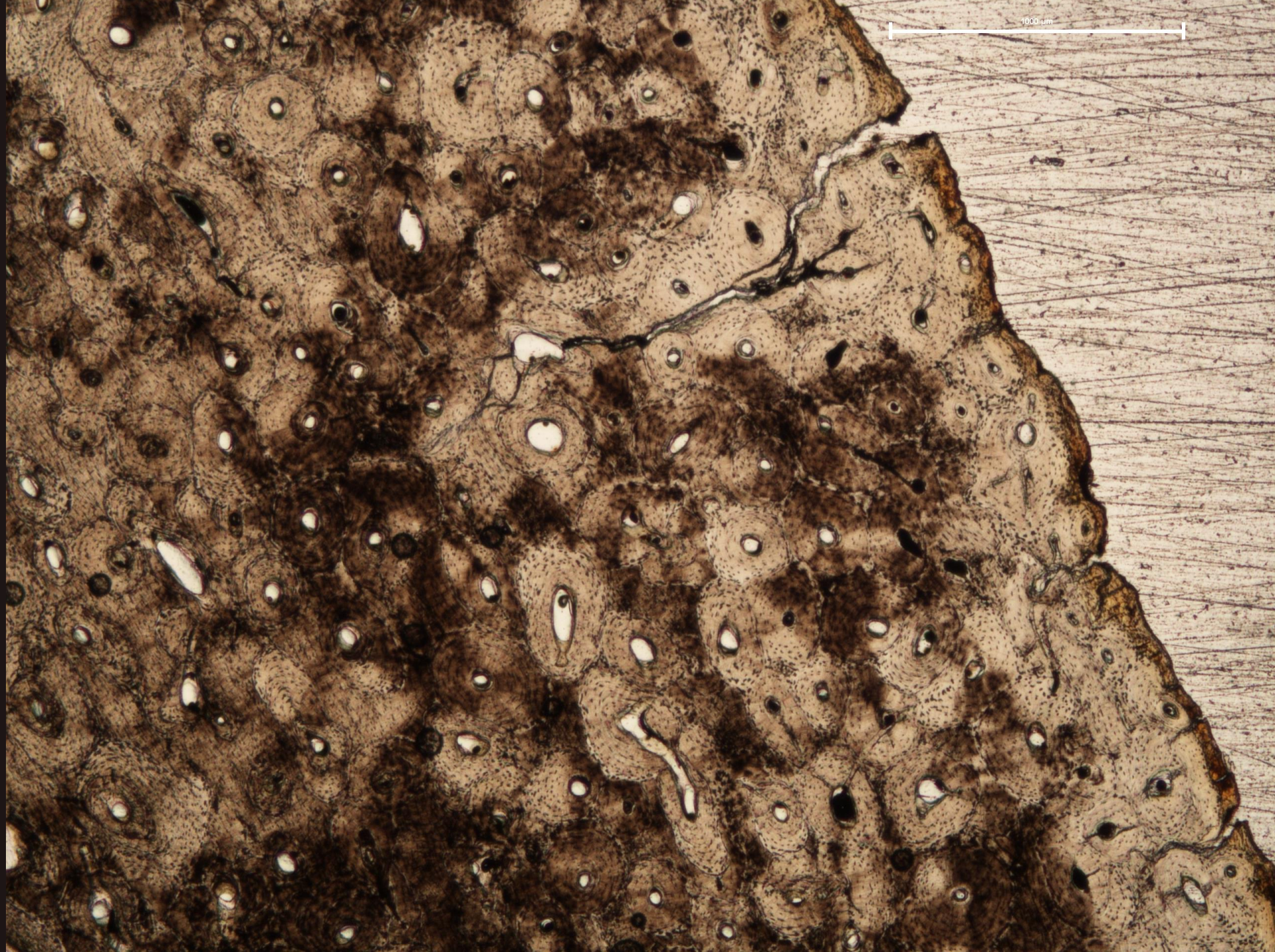


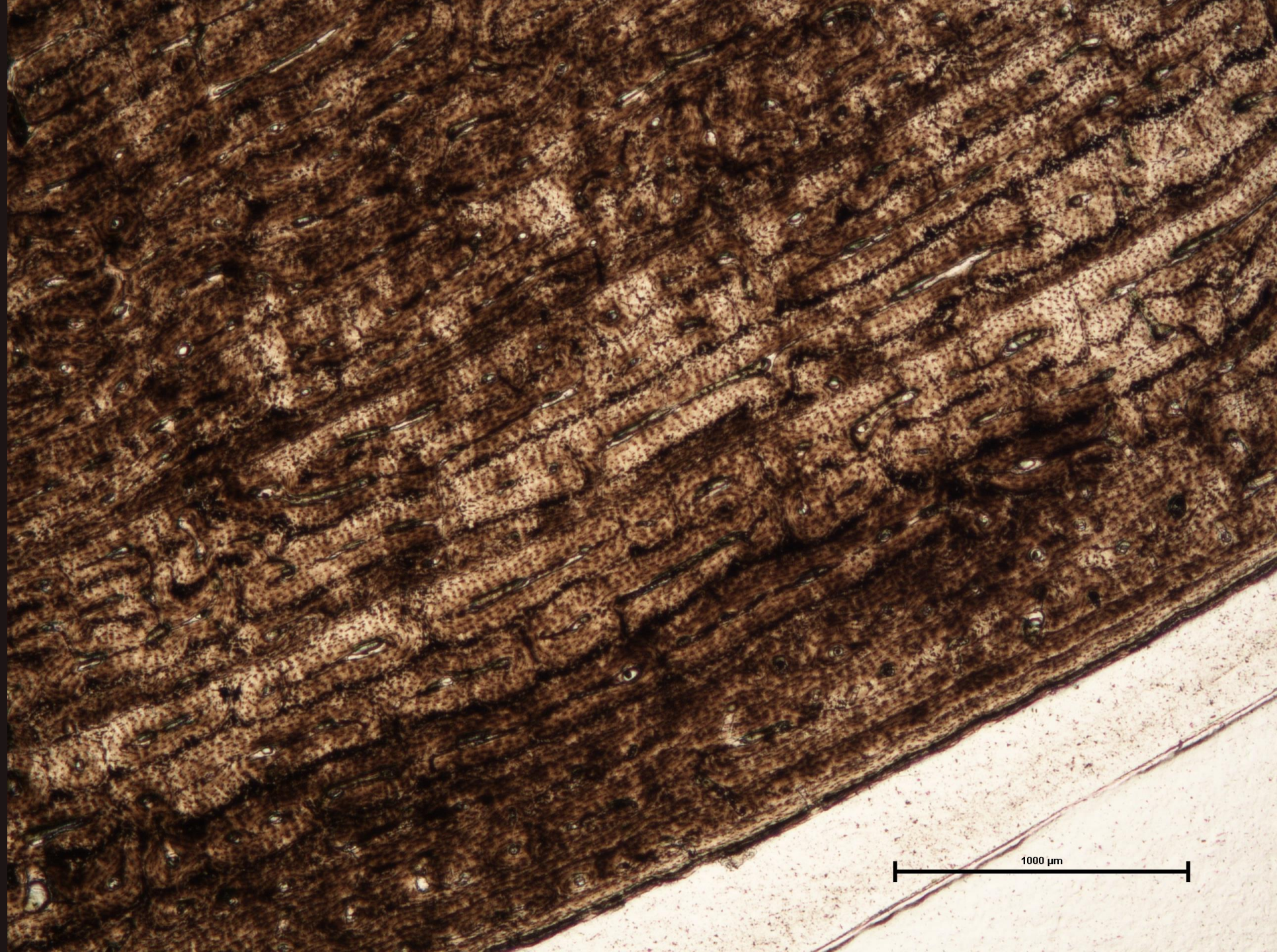


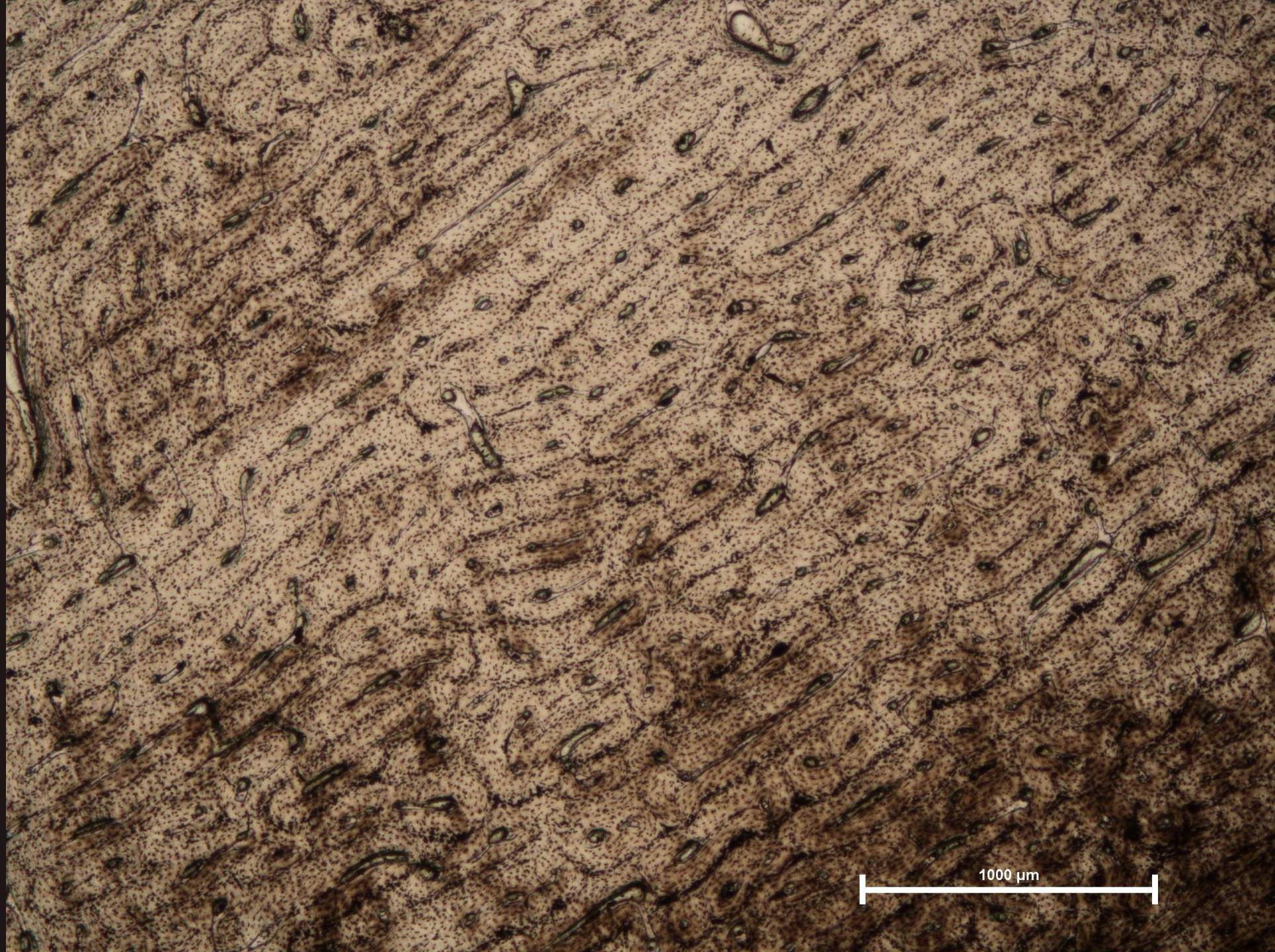




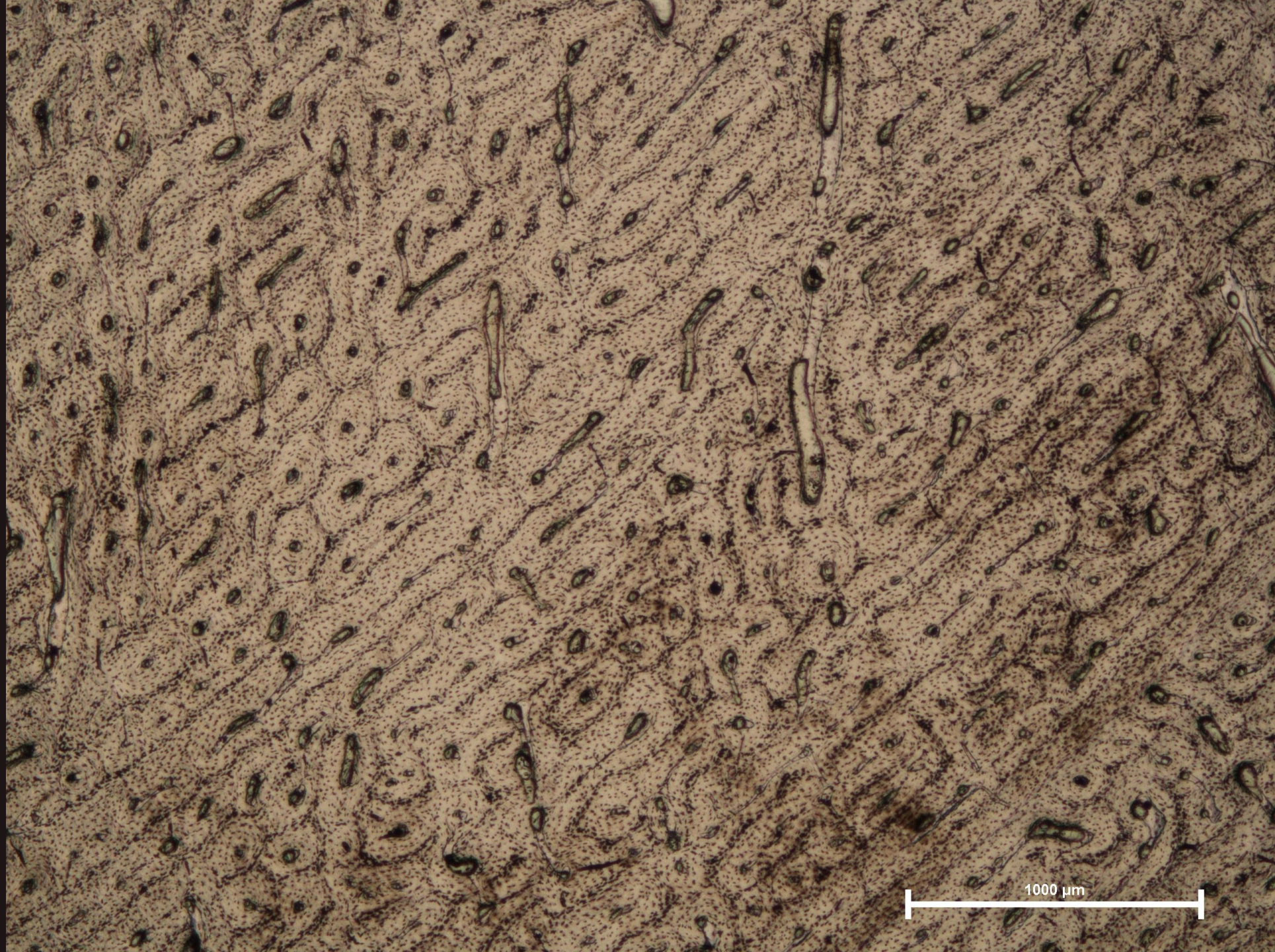


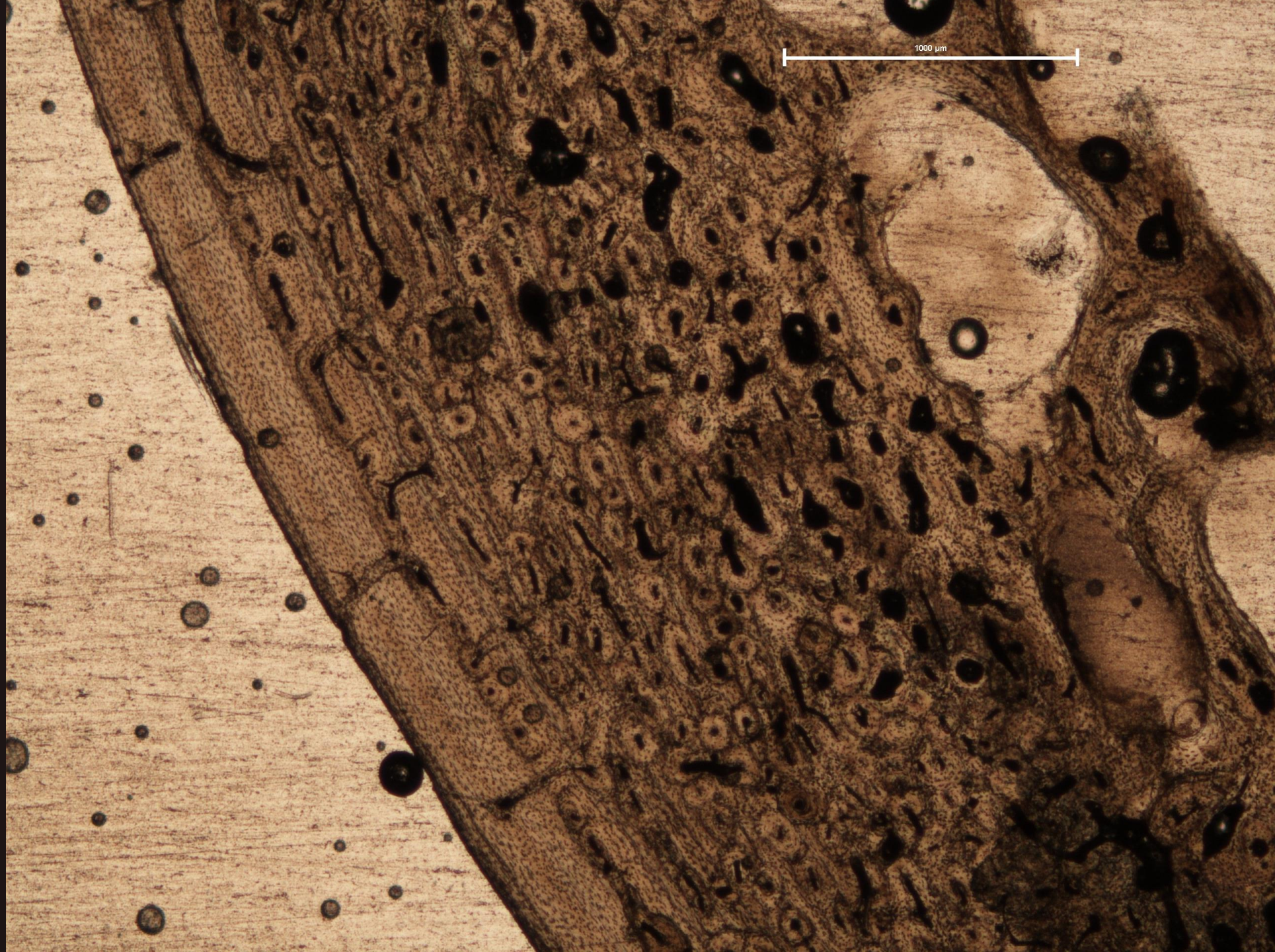


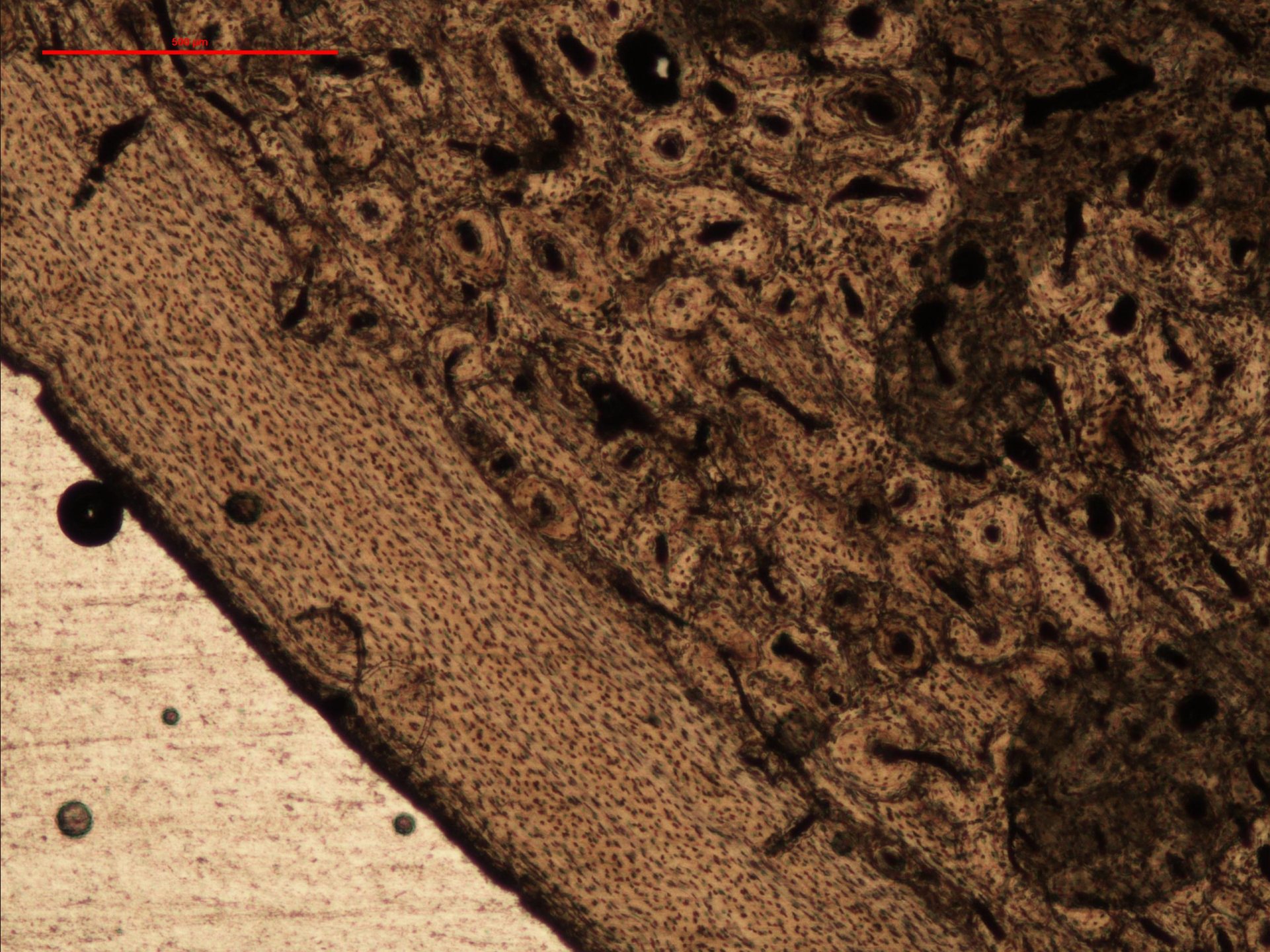


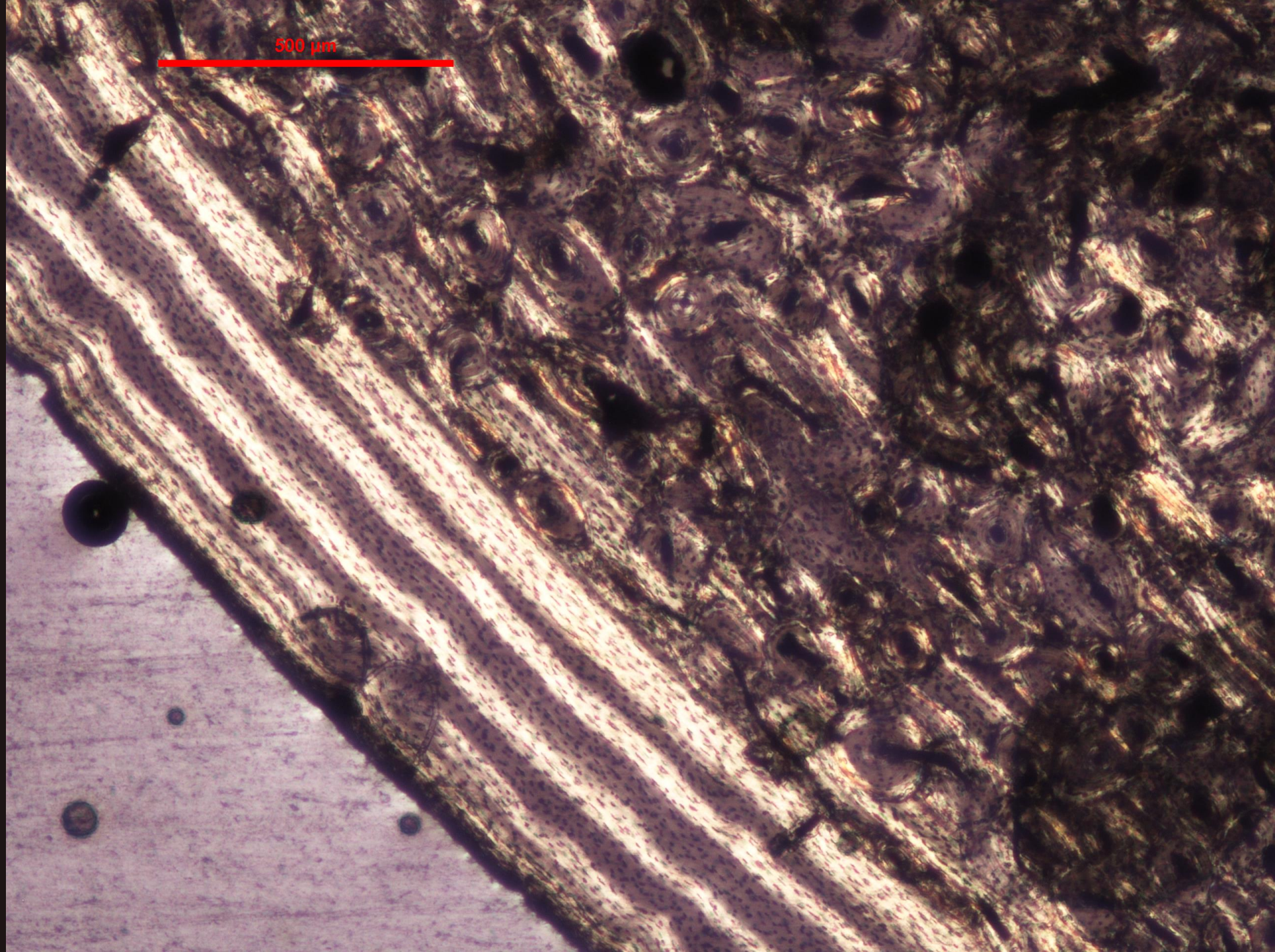


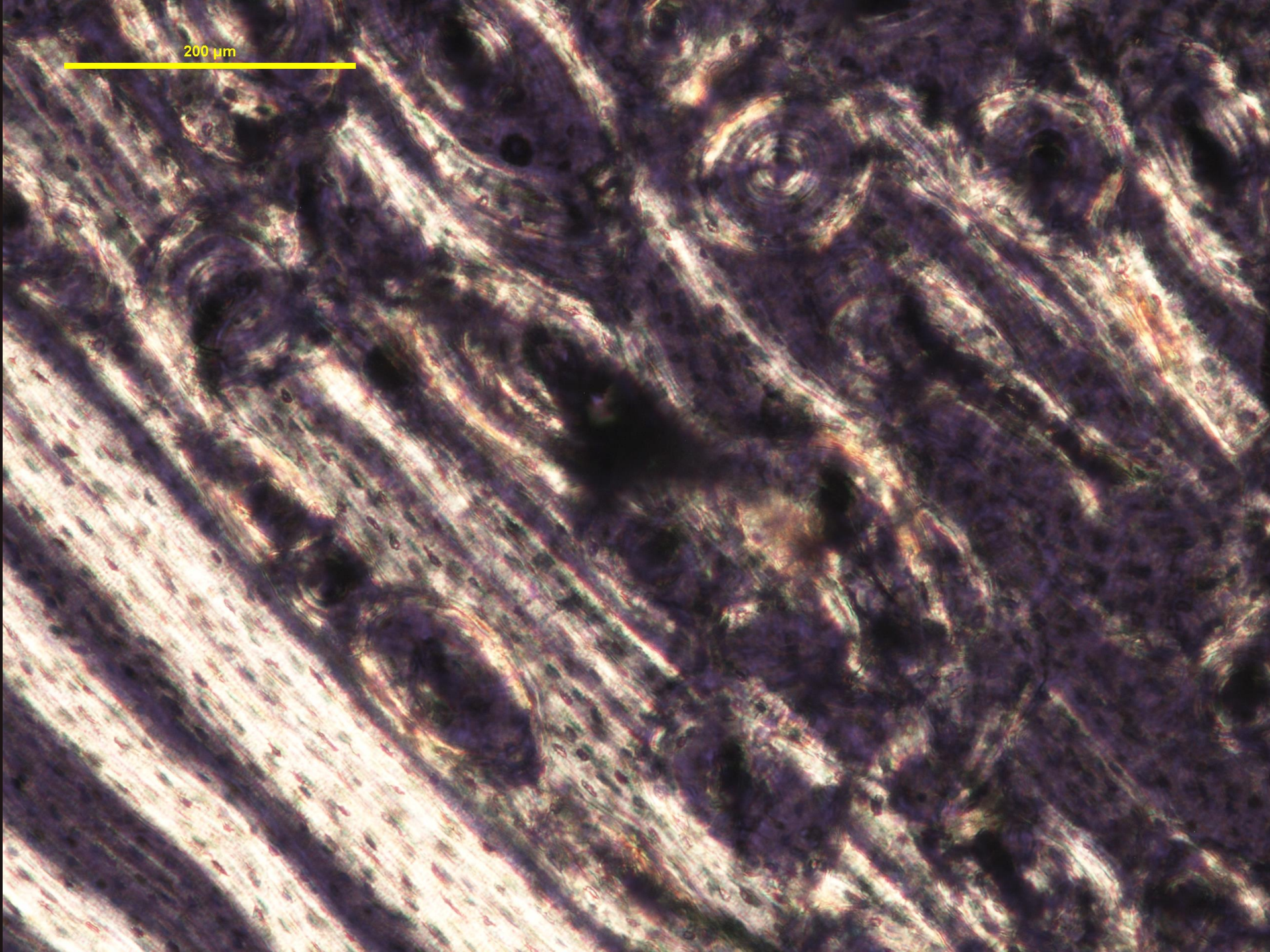
1000 μm



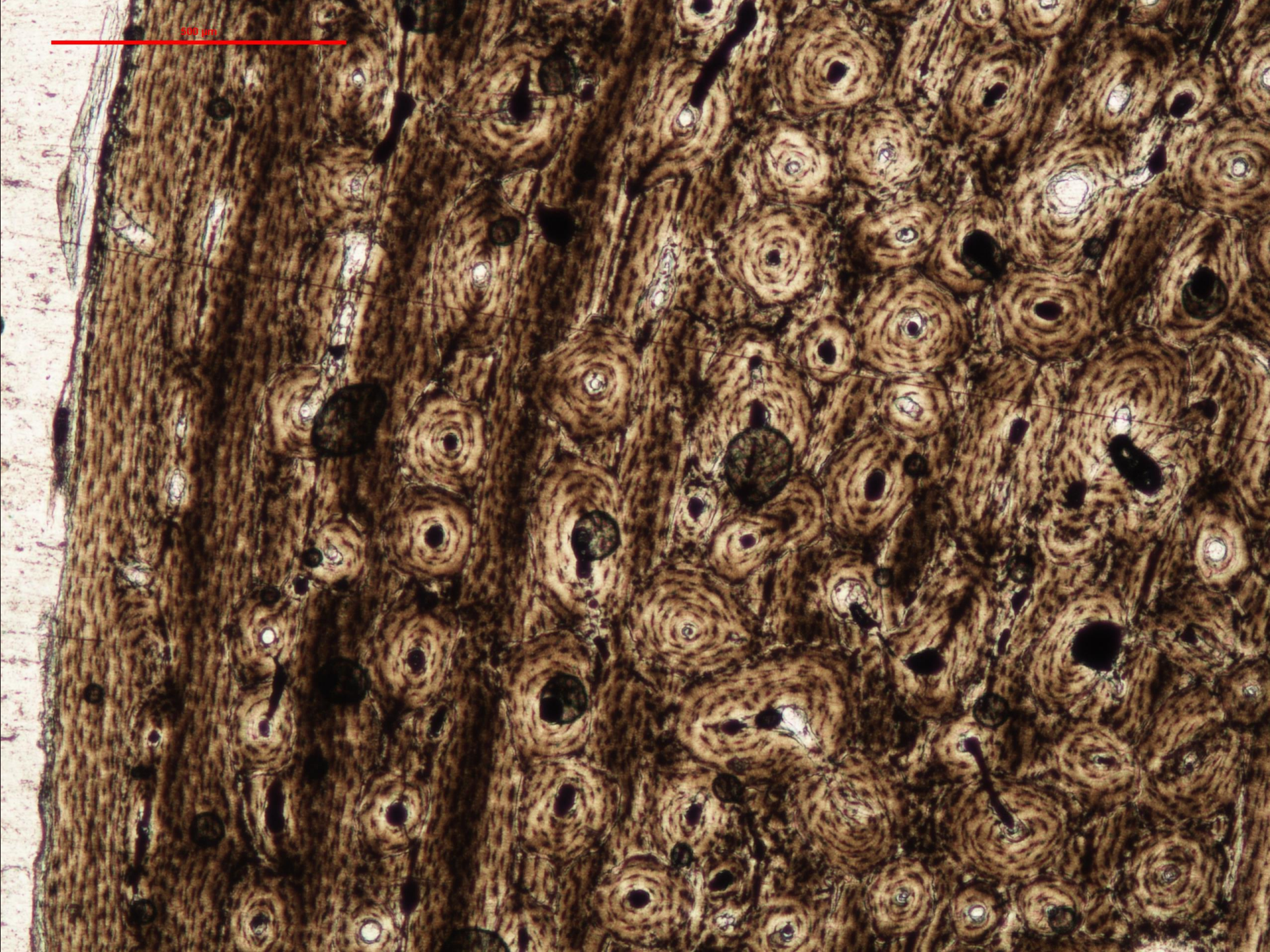


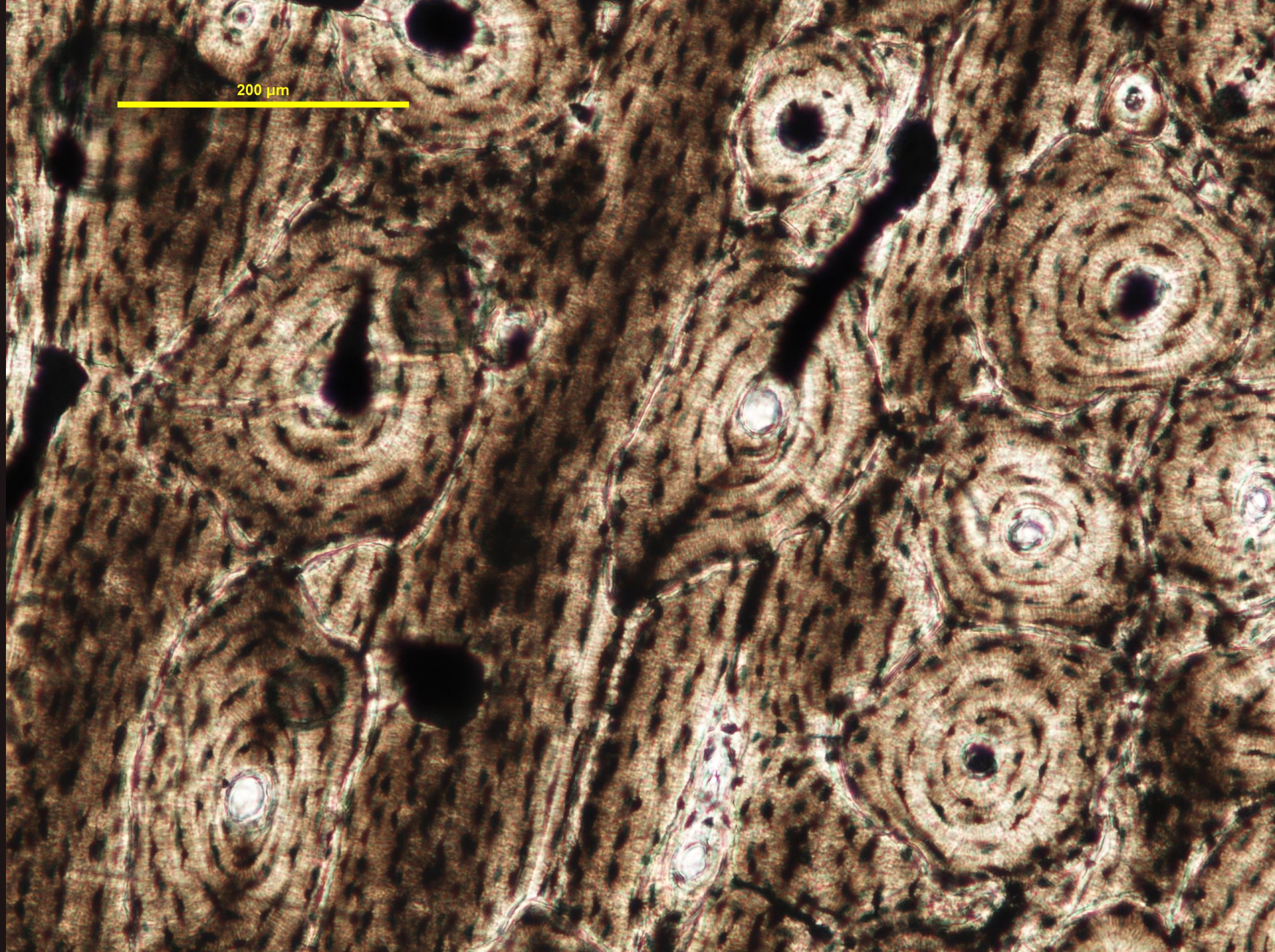


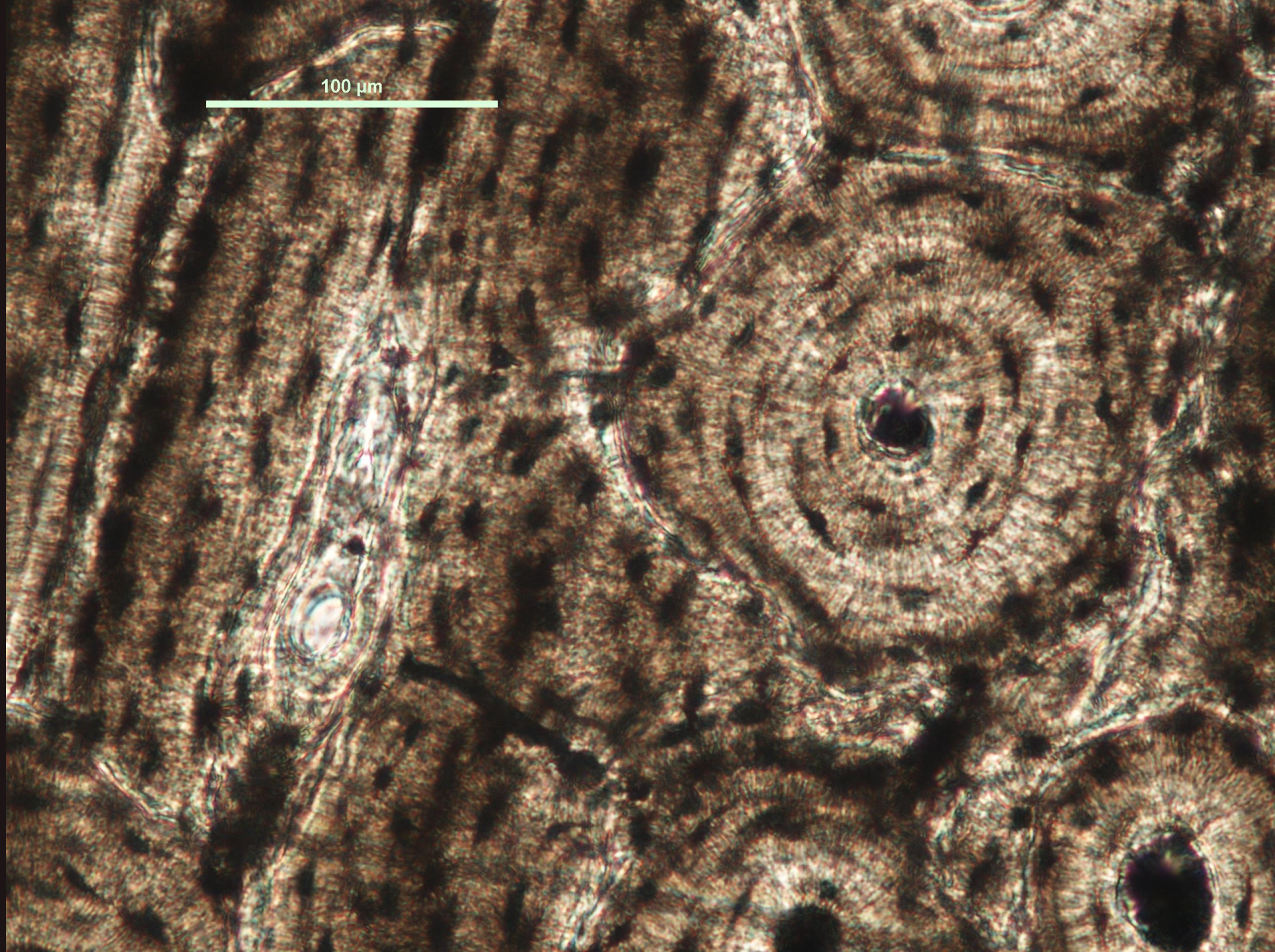


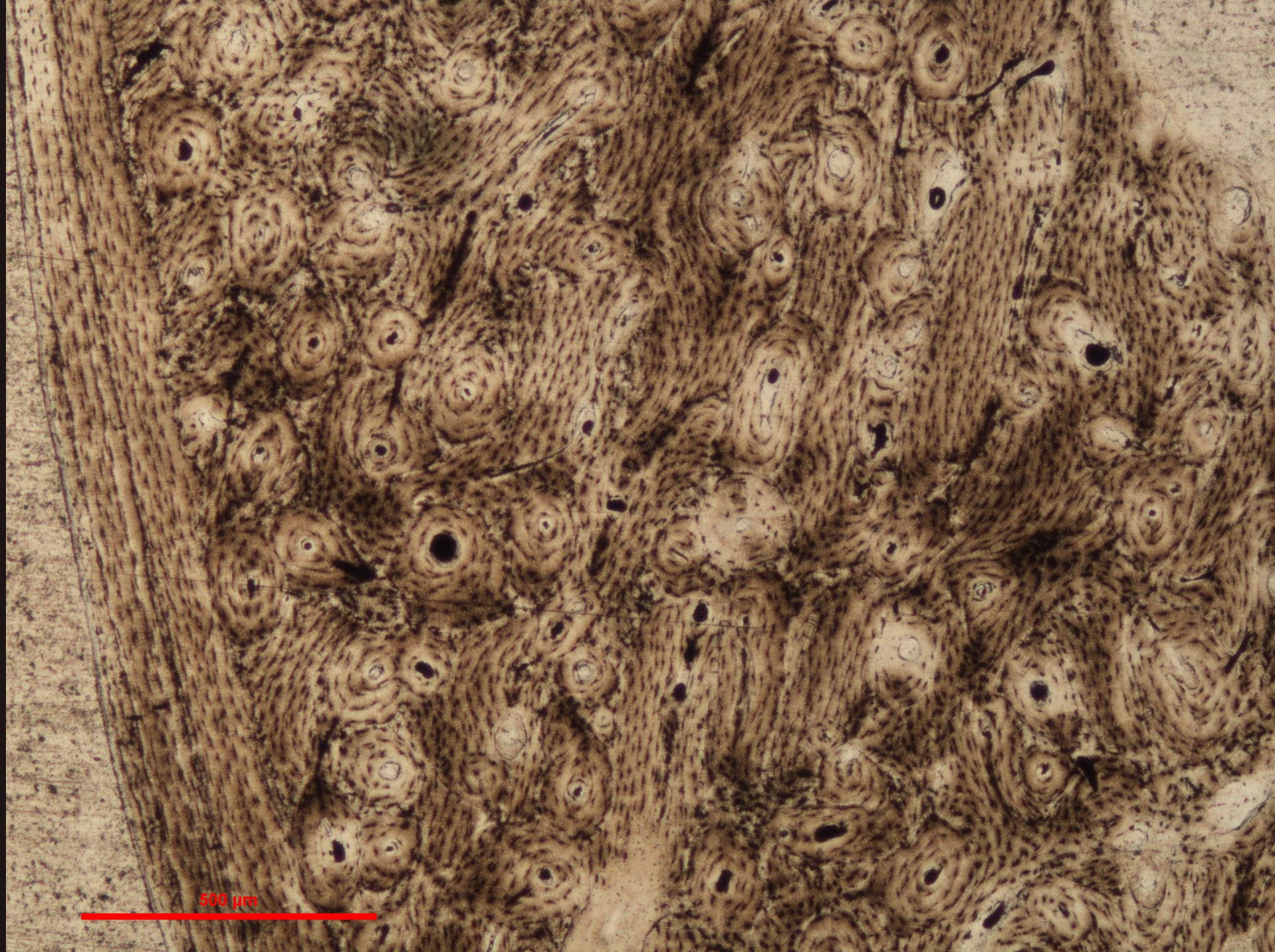




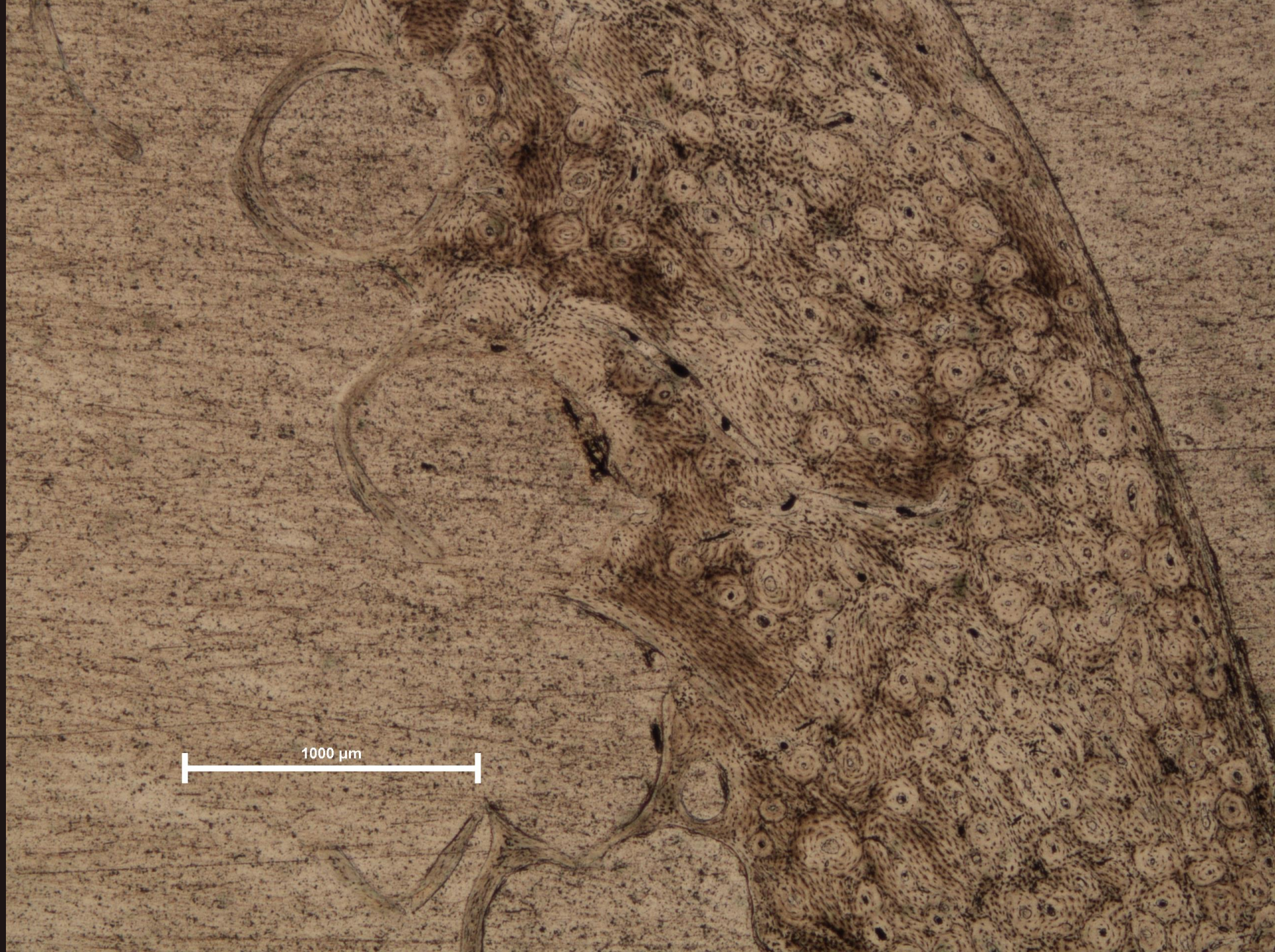




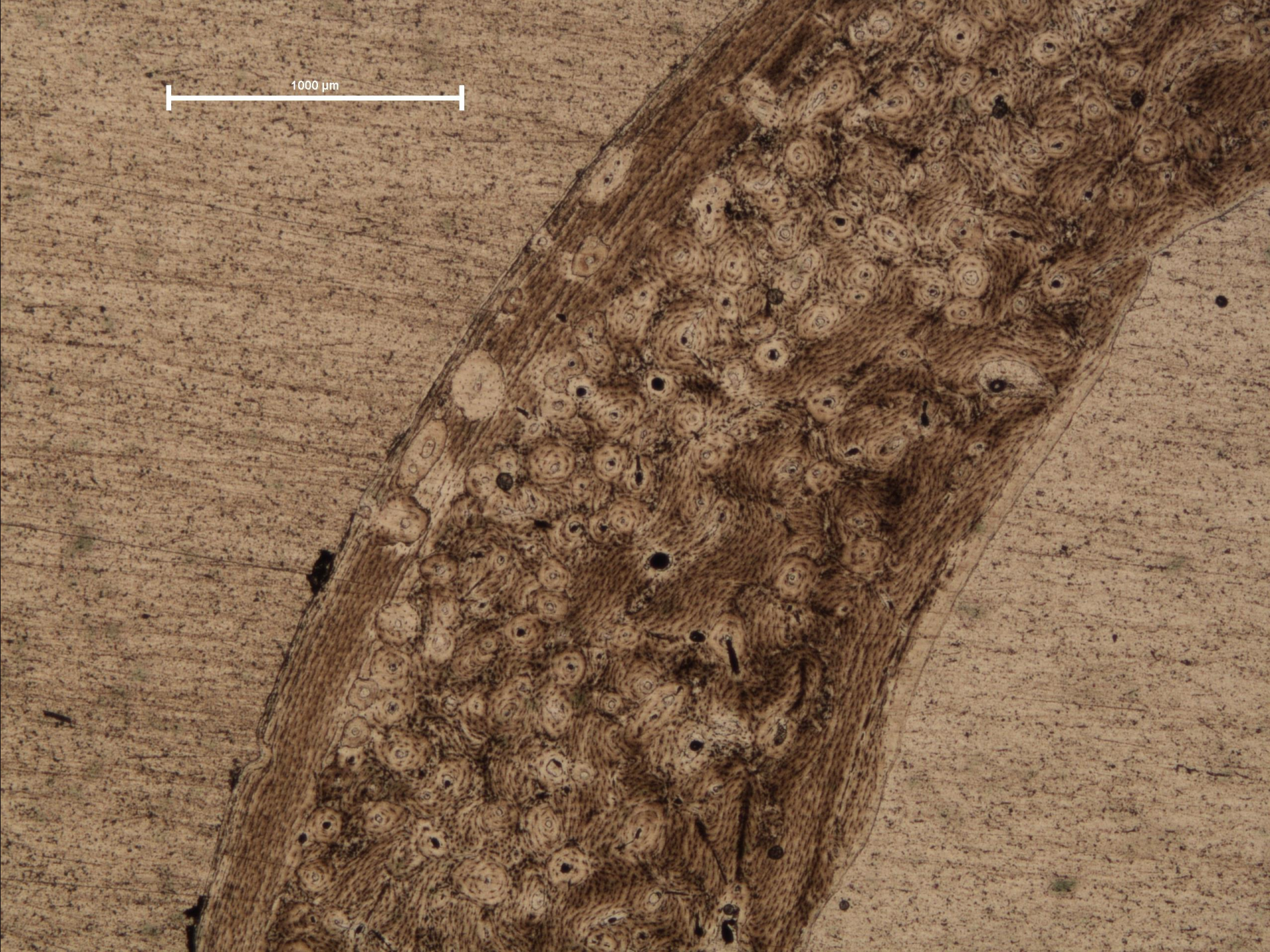




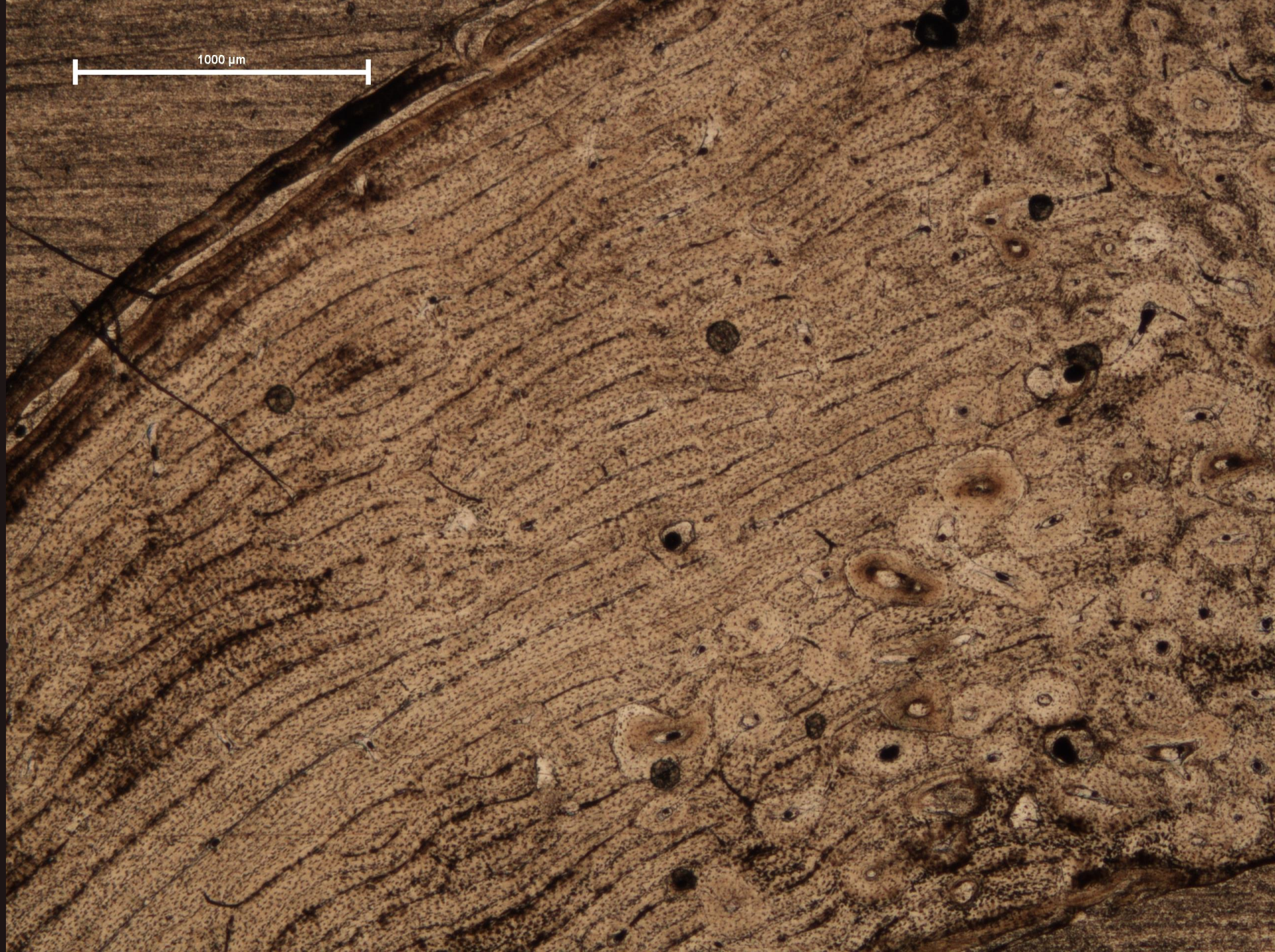
500 μm

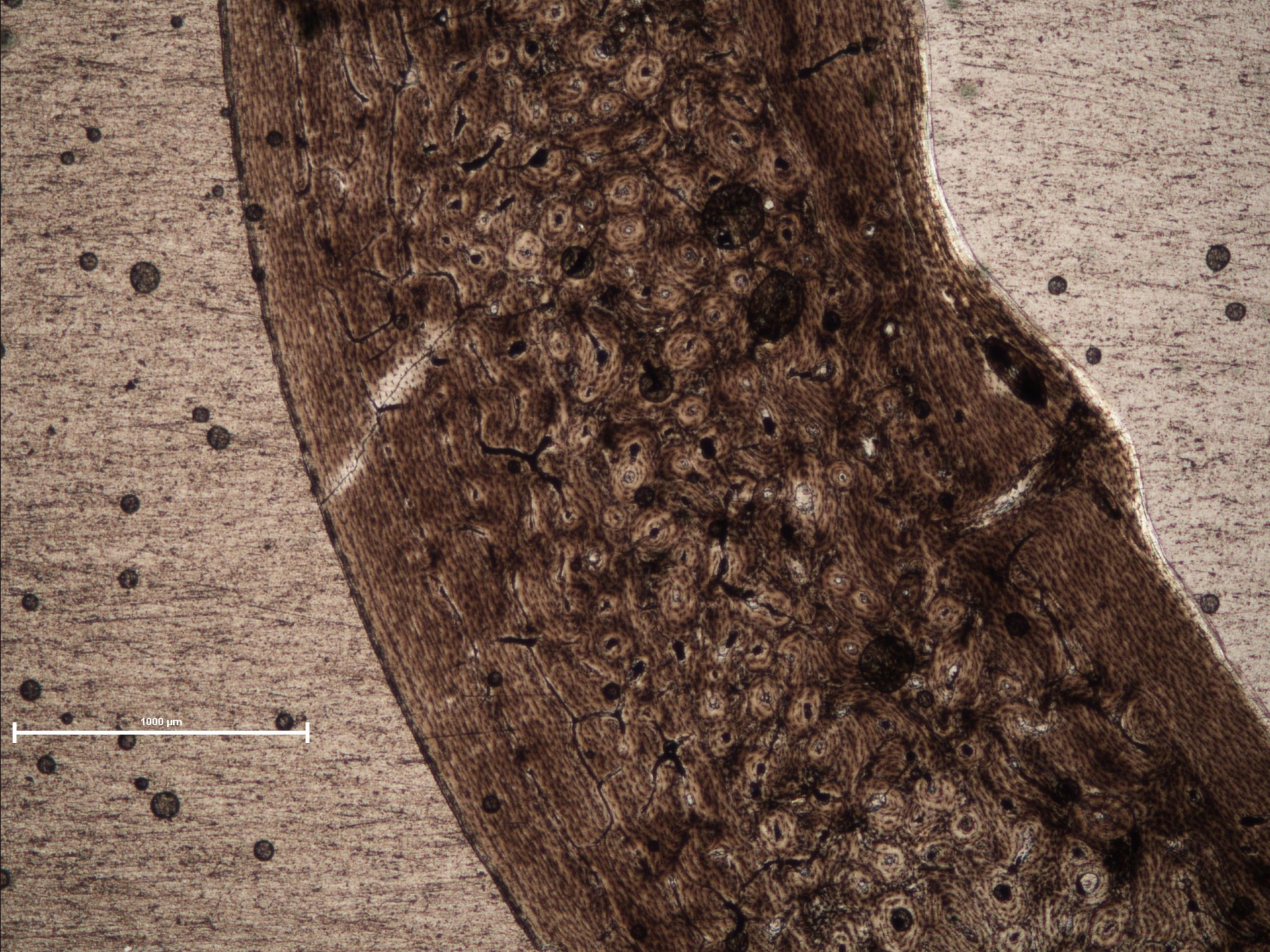


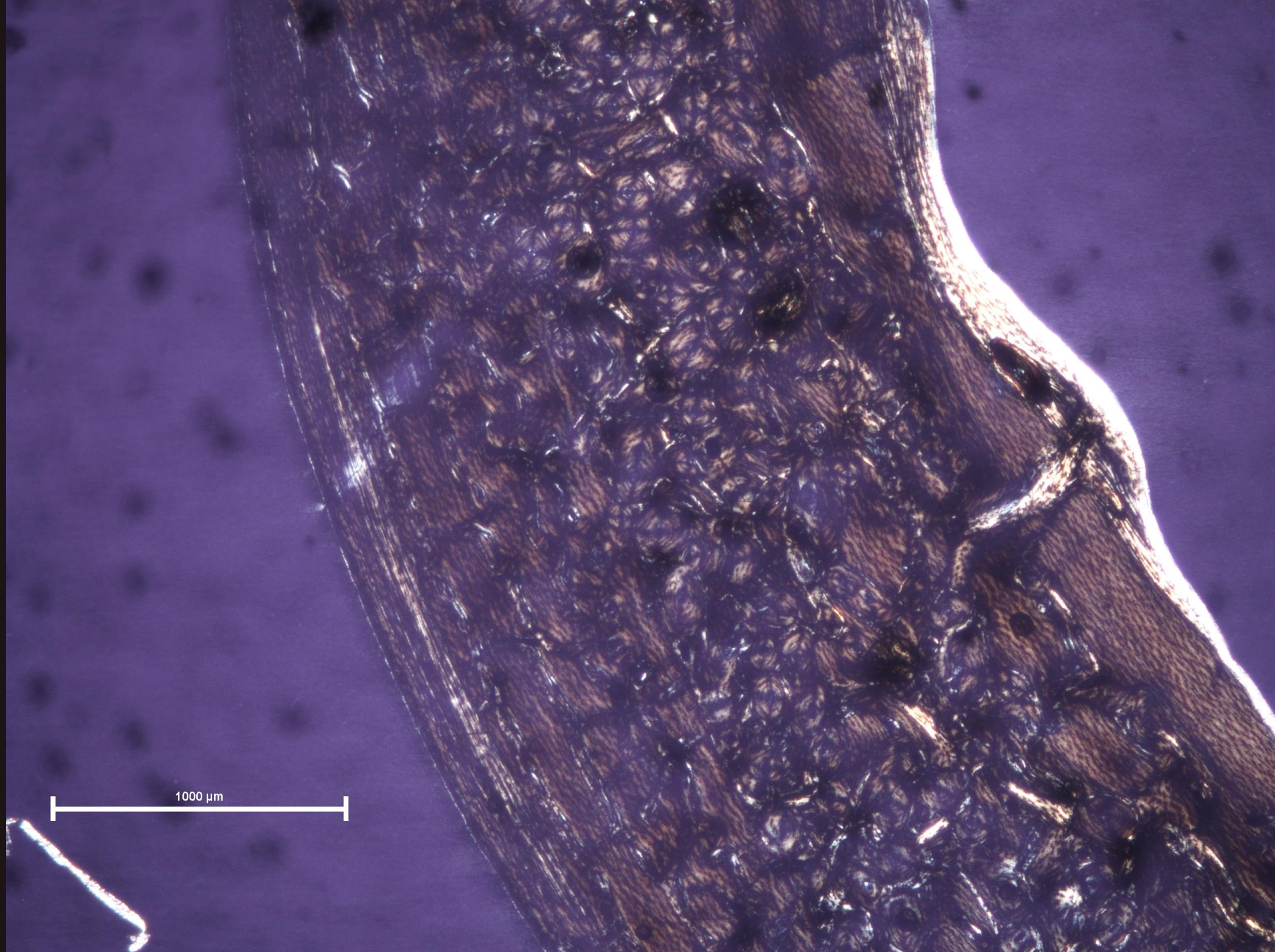
1000 μm

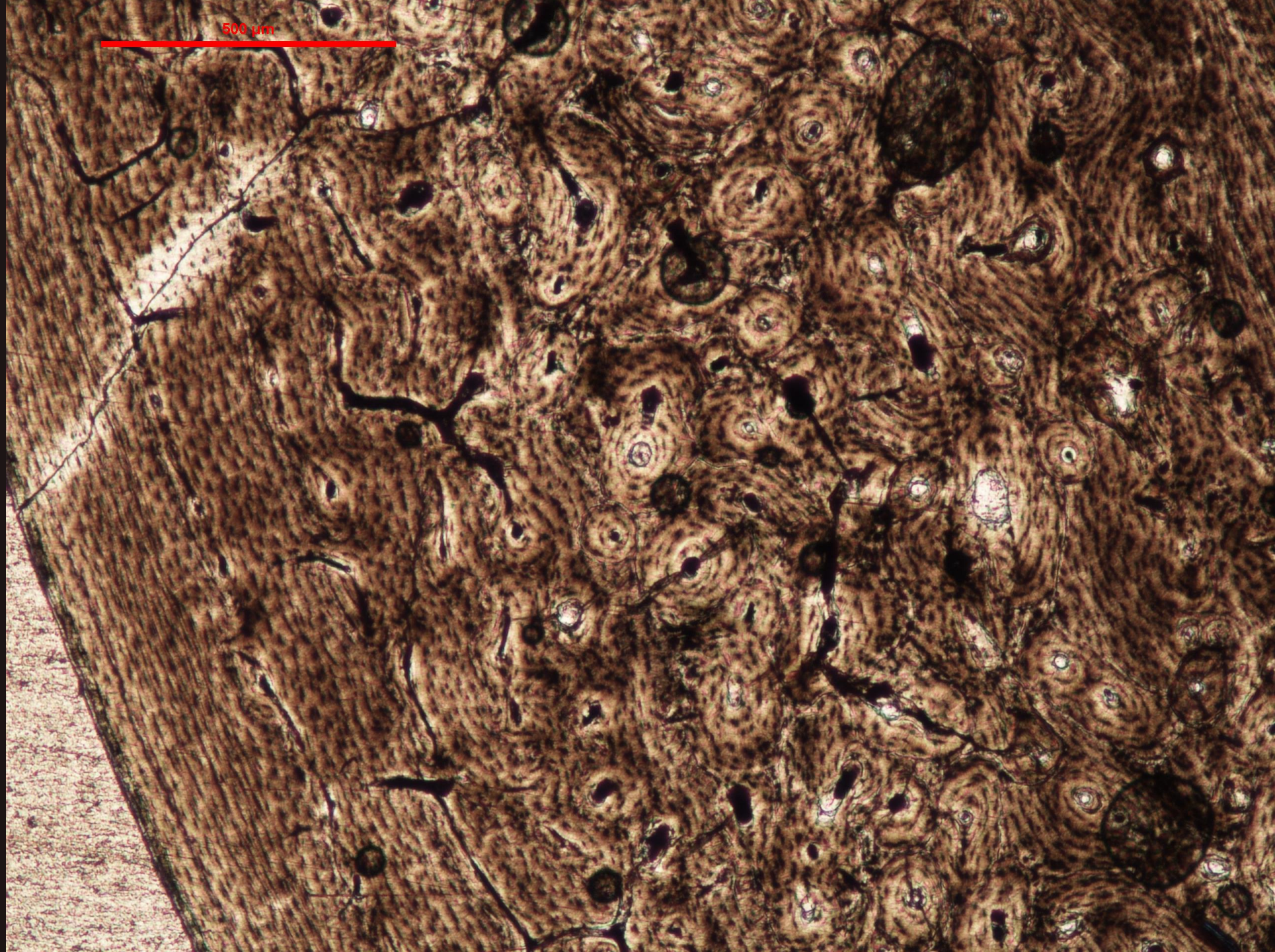


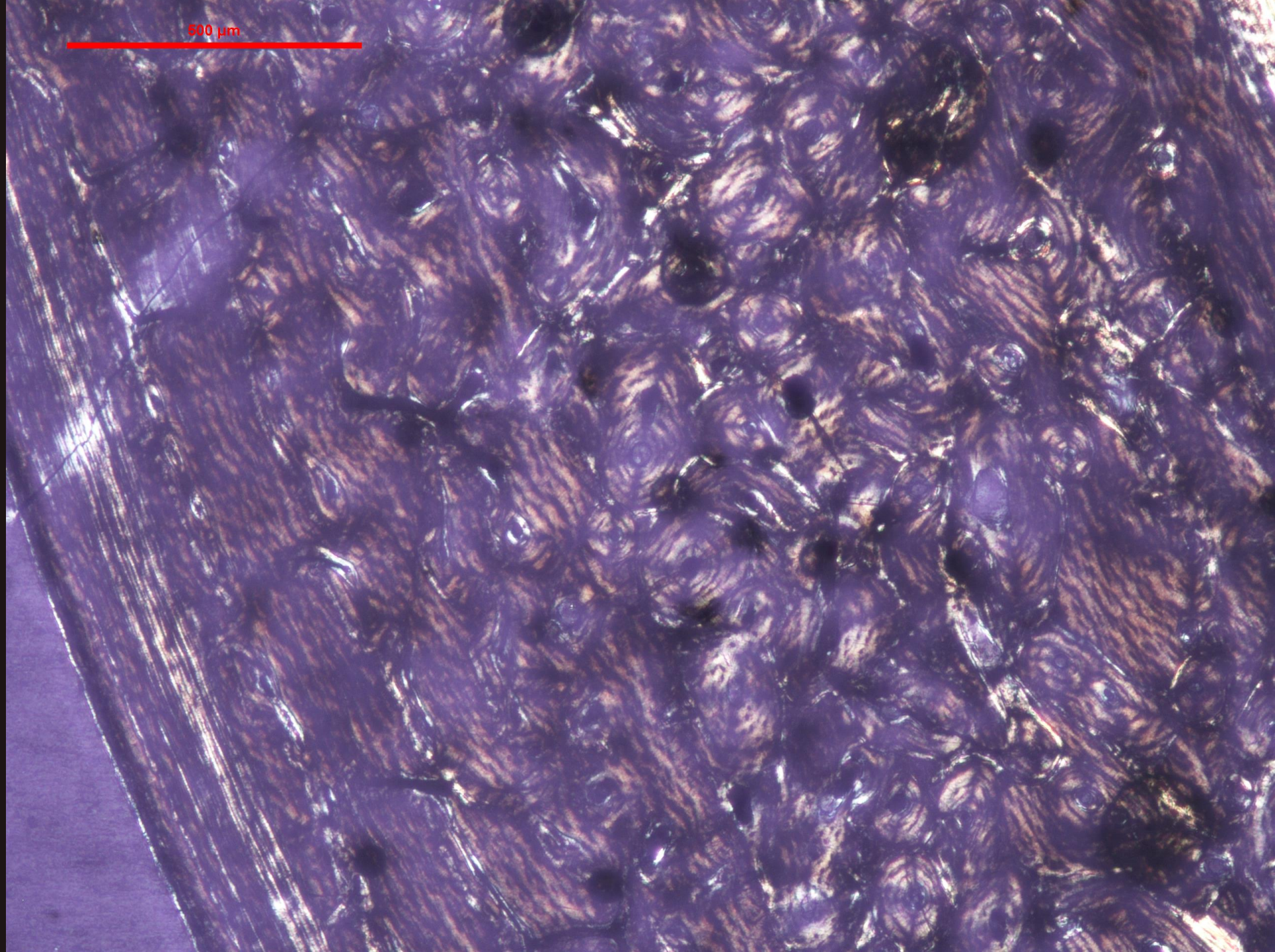
eks_50

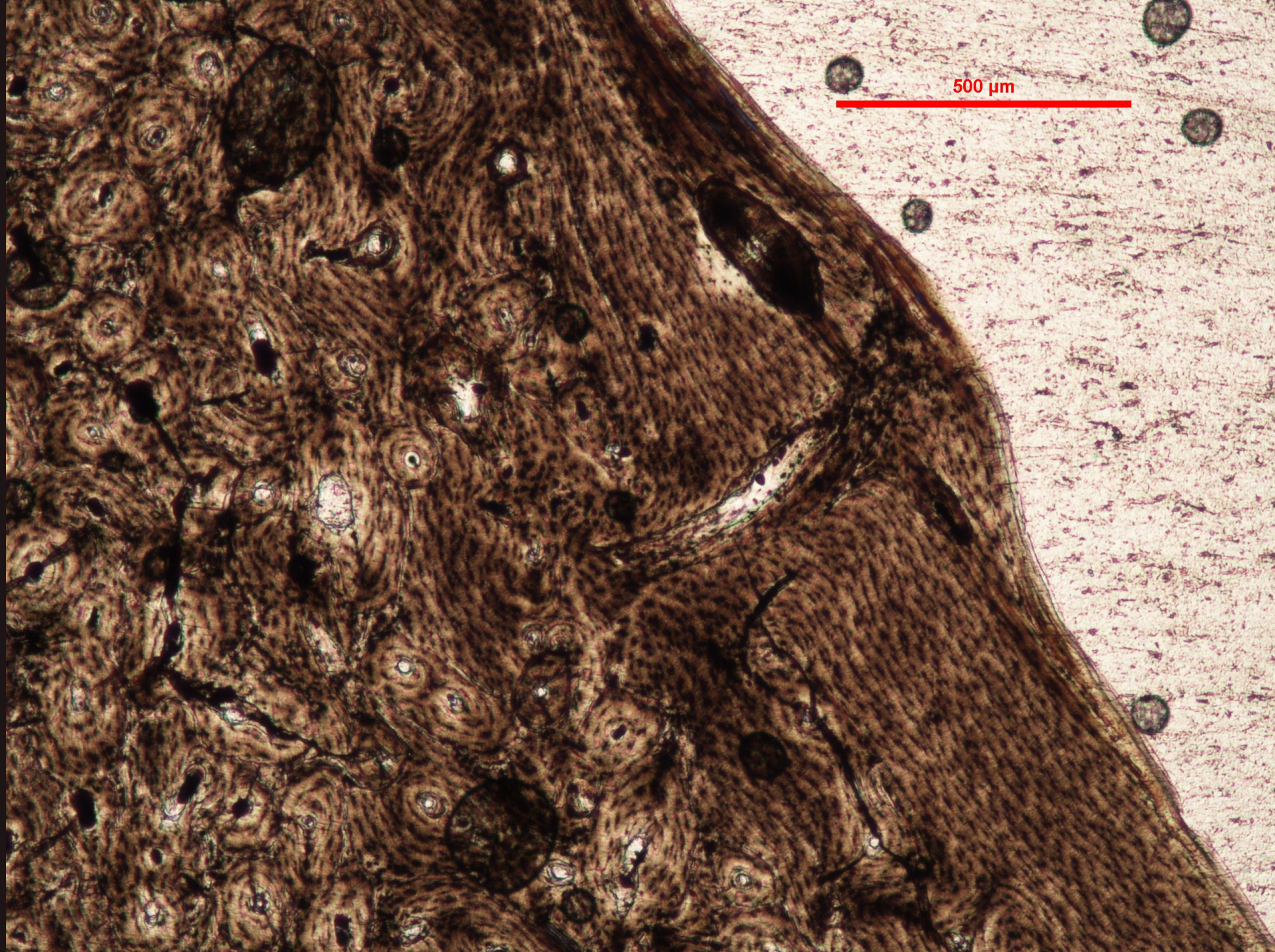


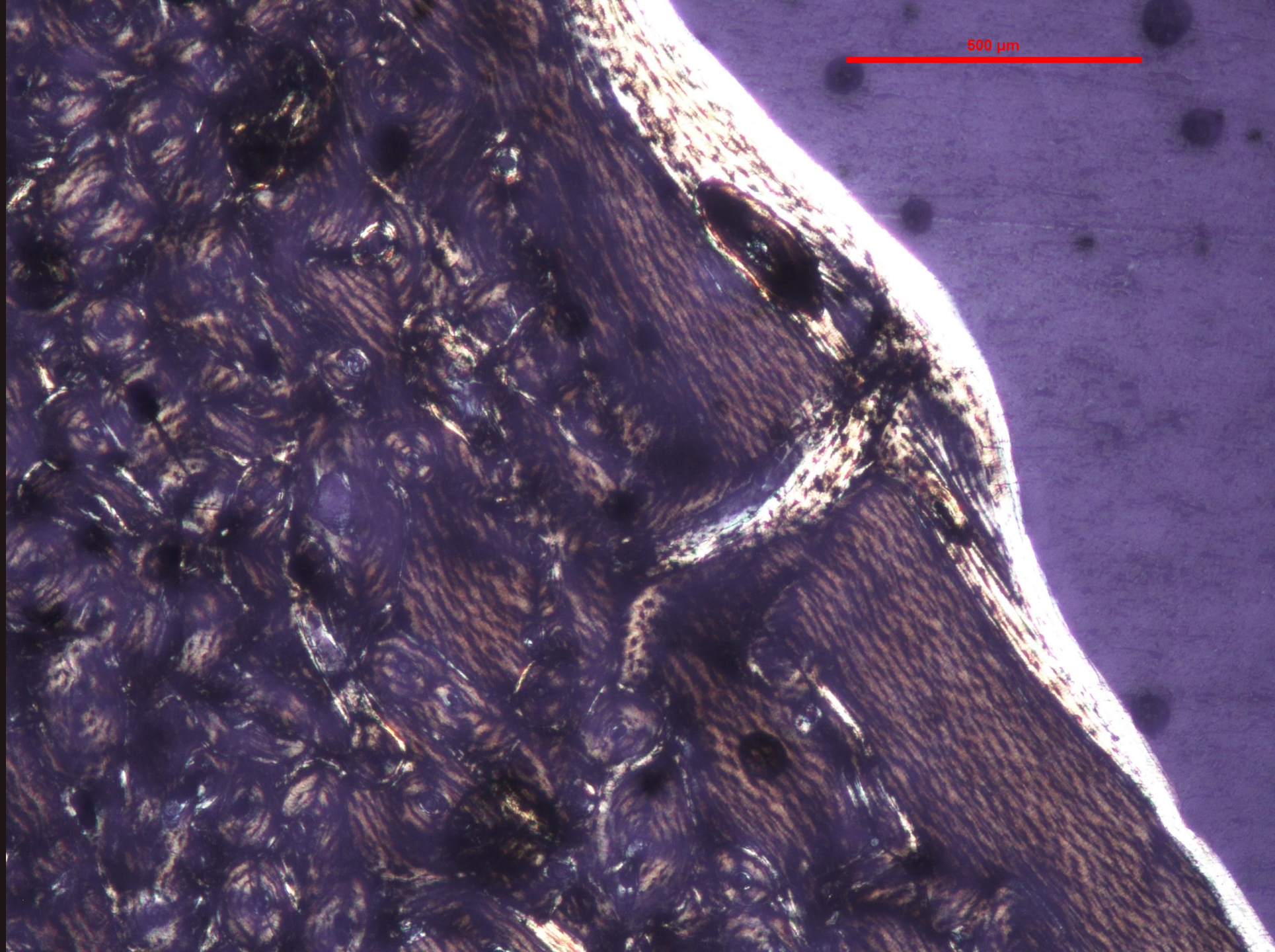










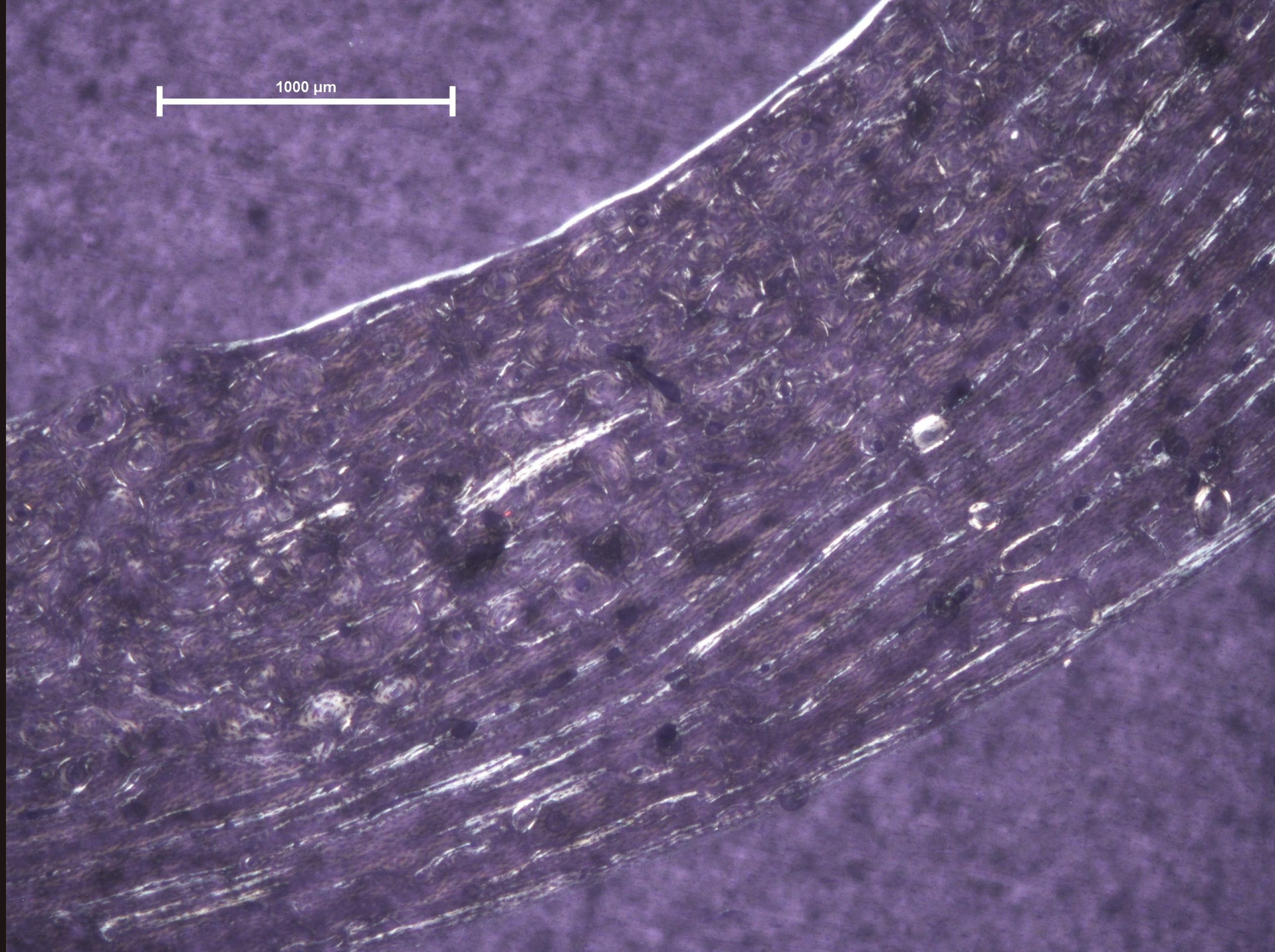


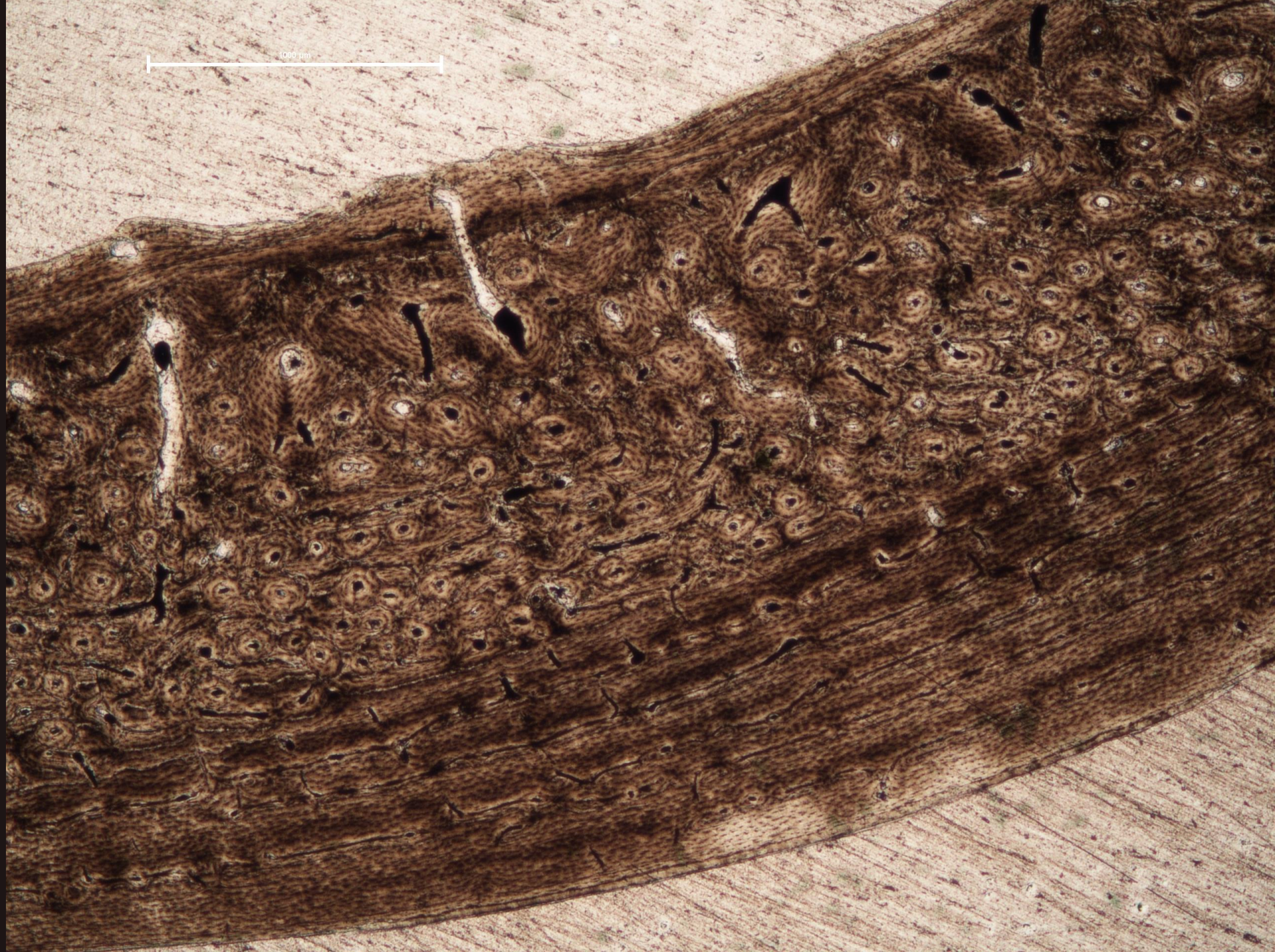
500 μm

eks_nID7



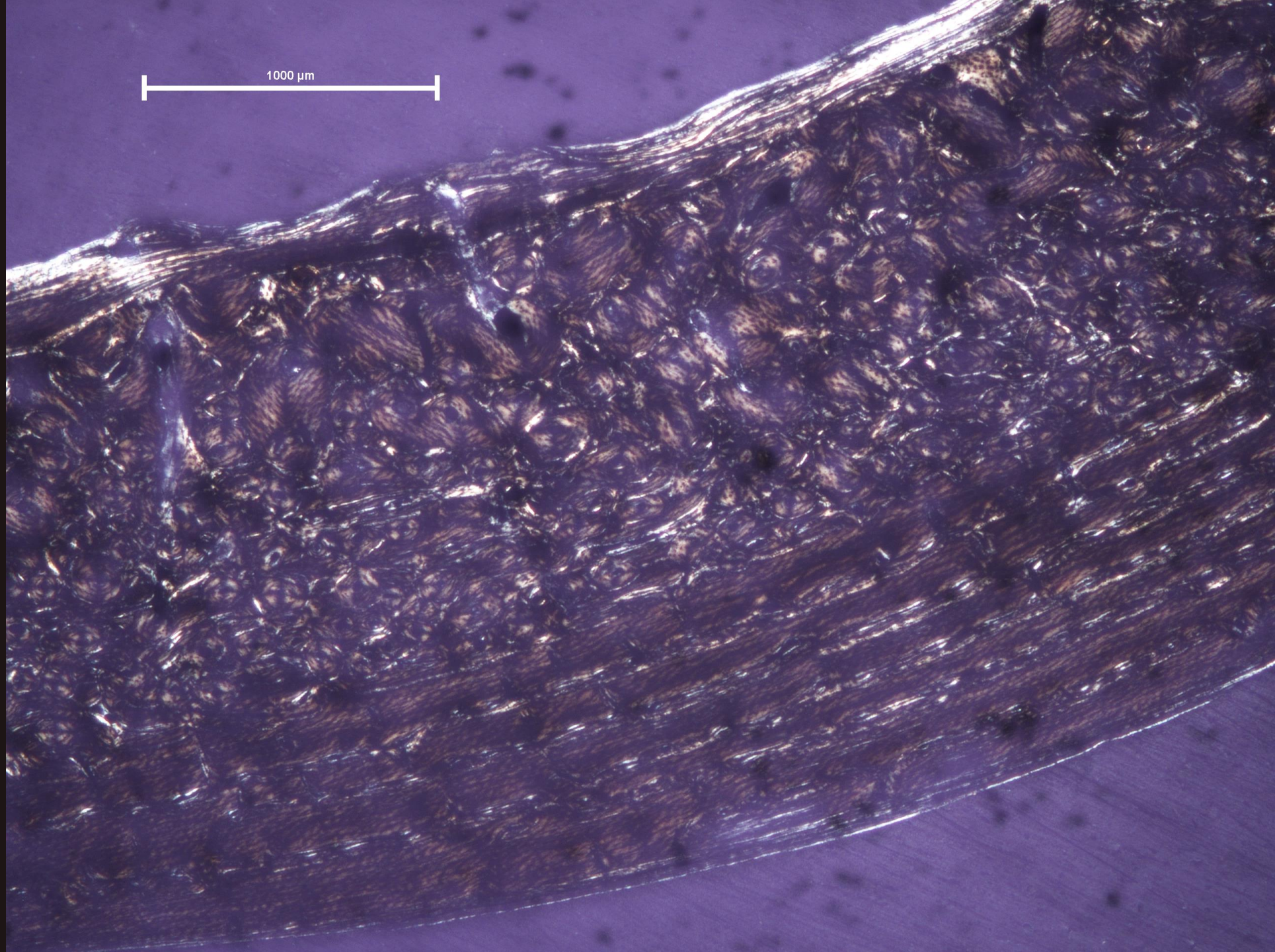
1000 μm



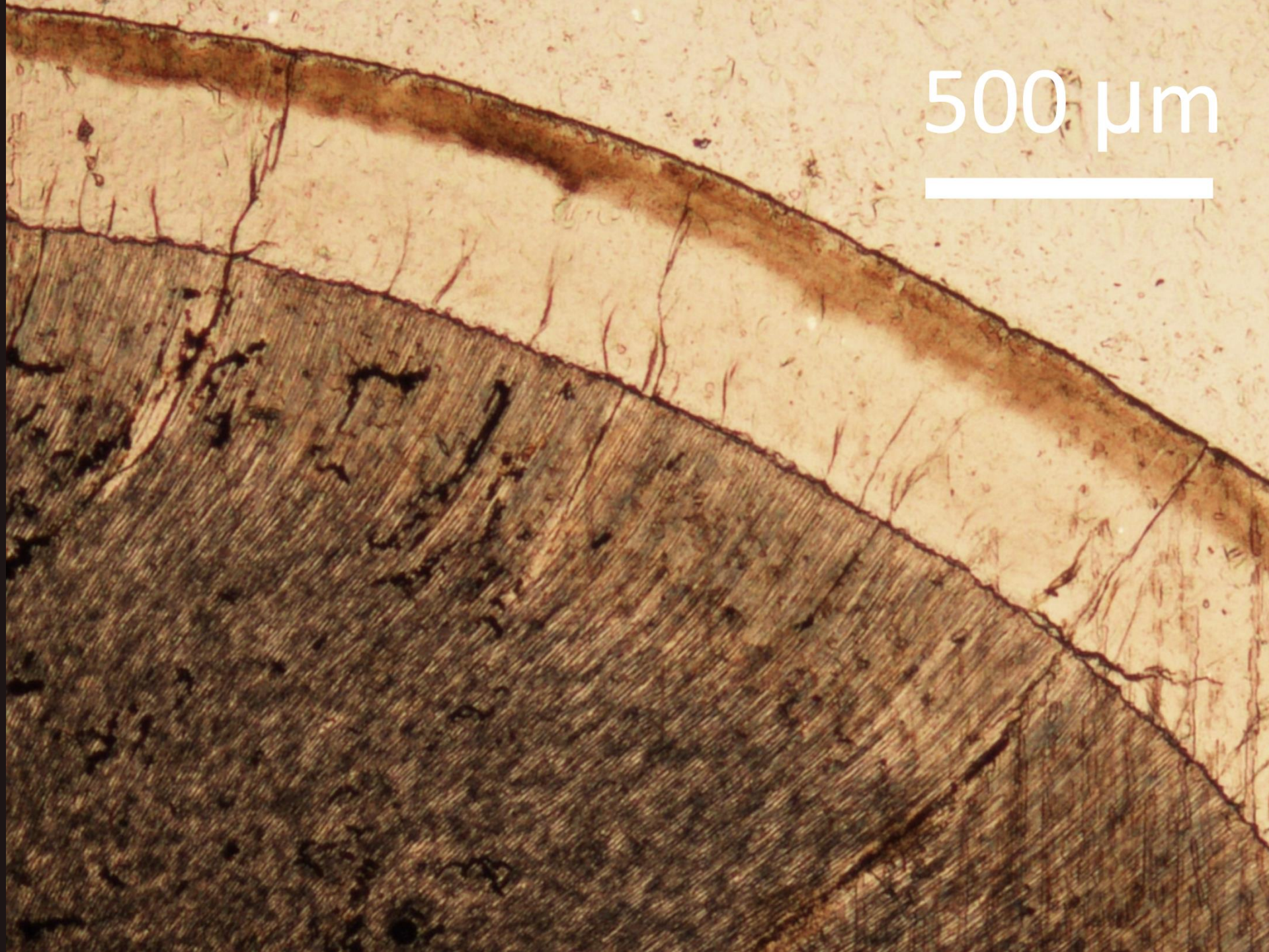


eks_nID8

1000 μm



500 μm





10 μm

