

Kulstof-14-datering: Nogle åbne spørgsmål (2)

Af cand. polyt. Finn Lykke Nielsen Boelsmand

Indledning

Denne artikel bygger på mit ingeniørspeciale: Radioaktive dateringsmetoder, 1985¹, hvor jeg bl.a. havde adgang til samtlige offentliggjorte kulstof-14 dateringer 1949-1968, med relation til Ægyptens historie.

Oversigt

Nogle vigtige årstal og begivenheder i kulstof-14 dateringsmetodens historie:

| Årstal | Begivenhed |
|----------------|--|
| 1949-52 | Libbys første kalibreringskurve ² |
| 1962/68 og før | Gængs ægyptisk kronologi (Hayes/Helck) ³ |
| 1966 | Yaku-Sugi-dendrokronologi ⁴ |
| Ca. 1969 | Børstekoglefyrdendrokronologi |
| Ca. 1970 | Kongres hvor man valgte at bygge kalibreringskurven på dendrokronologi (børstekoglefyrd) og ikke ægyptisk kronologi ⁵ . |
| Ca. 1971 | Courvilles ægyptisk kronologi ⁶ |

Fra starten af kulstof-14 metoden (ca. 1950) indtog dendrokronologi/træringe og Ægyptens historie en central betydning for at kunne fremstille en kalibreringskurve.

Dendrokronologi/træringe

Det er en alment udbredt opfattelse at træringe viser træets alder og klimaet i de år det har groet – at en trærings tykkelse er et mål for årets nedbørsmængde. Ved nærmere undersøgelse viser det sig at det på ingen måde er så enkelt. I 1941 skrev Waldo S. Glock, som selv er dendrokronolog, en stor oversigtsartikel⁷ hvor han samler sin egen viden og viden fra ca. 200 artikler skrevet af dendrokronologer 1935-1941 og før. Der er mange der har prøvet at sammenligne træringene med klimaet (især regnmængden), men ifølge Glock er

der mange flere faktorer der har betydning for et træs vækst, bl.a.:

- vækstsæsonens længde
- temperaturen herunder frostperioder
- regnmængden
- fordelingen af regnmængden på årets måneder
- tørkeperioder
- anden nedbør end regn (sne og tåge)
- kronens fangst af nedbøren
- fordampningen
- jordunderlagets beskaffenhed
- røddernes dybde
- rodnets størrelse
- stærke vinde, tornadoer
- lys, plads omkring træet
- løv på træet
- ældning
- frøsætning
- svedning af ild (skovbrande), lynnedslag
- fysiske angreb på træet, herunder hug, stik og insekter

Et træ gror ikke lige meget i alle retninger, så vækstlaget er ikke helt ringformet eller lige tykt hele vejen rundt. Nogle gange er det kun et buformet stykke i den ene side af træet. Hvis man ikke vil fælde træet, kan man i stedet tage nogle boreprøver fra flere sider af træet og sammenligne dem for at finde middeltykkelsen af vækstlagene. Imidlertid kan det være svært at se en sammenhæng mellem middeltykkelsen af vækstlagene og målinger af nedbøren foretaget på meteorologiske vejrstationer i nærheden af de pågældende træer. Træerne i et område (selv af samme art) kan have meget forskellige vækstlag. På nogle af dem viser en boreprøve tynde og tykke lag – på andre omtrent lige tykke lag. Hvilket af træerne viser så klimaet? Det gør de alle sammen. For at forstå hvornår et træ gror, må man undersøge jordfugtigheden. Glock inddeler træerne i tre grupper. Dem der gror hvor fugtigheden er nær maksimal, nær minimal eller optimal (som han kalder det). De maksimale har vand nok. Når de gror, er det ikke fordi det har regnet. De optimale er dem der får regn når de har brug for det. De minimale gror

ofte i områder hvor jorden tørrer ud imellem regnskyllene, og træets vækst standser. Der kendes eksempler hvor efterårsregn giver anledning til fornyet vækst. Det giver så træerne to ringe på et år.

Antal træringe giver altså også en tilsyneladende alder. Hvis man sammenligner levende træer i et område, viser det sig at deres ringmønstre ikke er ens. Vælger man dem ud som f.eks. har en håndfuld meget tynde ringe (såkaldt diagnostiske ringe) imellem mellemtykke og tykke ringe, har man mulighed for at matche de diagnostiske ringe med andre træers diagnostiske ringe. Finder man desuden døde træer der har diagnostiske ringe der matcher de ældste diagnostiske ringe af et levende træ, kan man bygge kronologien længere bagud i tiden. I sidste ende er der selvfølgelig en grænse for hvor gamle døde træer man kan finde – eller tyde.

En sådan serie af matchende træer kaldes en dendrokronologi. For at styrke dendrokronologien prøver man at bygge flere og flere træer ind i den, så man får større sikkerhed for de diagnostiske ringes placering. I praksis støder man på det problem at to træer matcher de diagnostiske ringe, men med et lidt forskelligt antal ringe imellem dem. Det kan så tolkes på to måder: Enten mangler det ene træ ringe, eller også har det andet træ ekstra ringe. En dendrokronologis sikkerhed afgøres ved hjælp af statistiske tal såsom følsomhed og seriekorrelationskoefficient.

Seriekorrelationskoefficienten – er det tal der måler hvor godt 2 kurver stemmer overens i et vist antal punkter. Et tal tæt ved 1 betyder god overensstemmelse, og et tal tæt ved 0 betyder dårlig overensstemmelse.

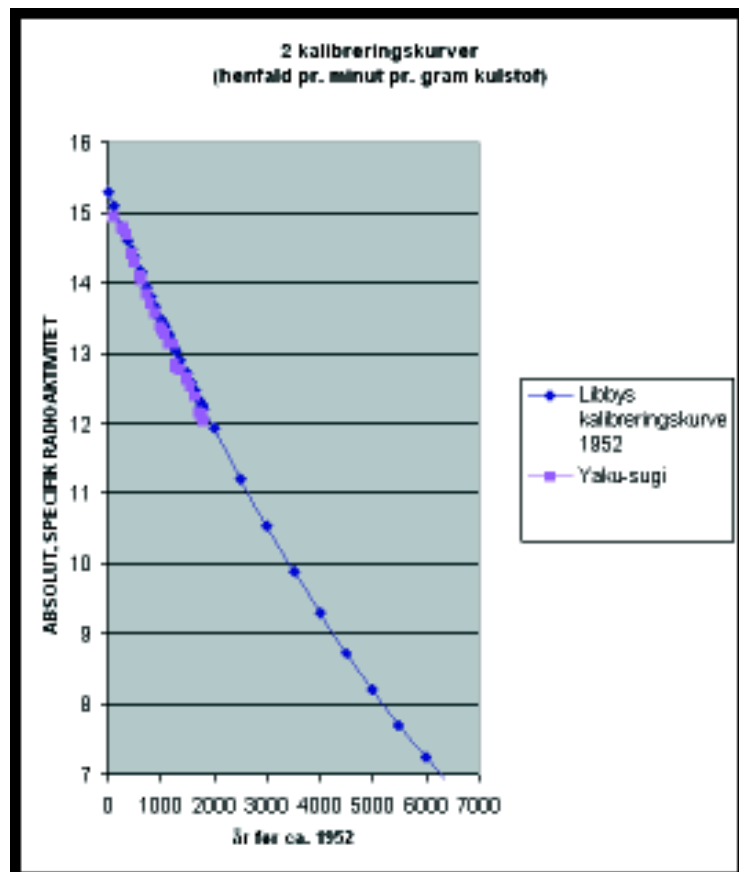
Undervejs i opbygningen af dendrokronologien har man kasseret de træer som ikke indeholdt diagnostiske ringe, samt af og til opgivet at indpasse visse træer. Man kan så overveje hvad statistisk sikkerhed betyder når man har fravalgt træer? Imidlertid kan man ikke gøre det bedre.

Redwood/Sequoia

Indtil 1956 var de ældste (dvs. tilsyneladende ældste, nemlig dem med flest ringe) kendte levende væsener Sequoia sempervirens/Redwood og Sequoia giganteum/Big Tree som kun findes naturligt i de californiske bjerge. Der er fundet redwoods med ca. 2200 ringe og Big Trees med op til ca. 3000-3212 ringe.

Yaku-sugi/Cryptomeria japonica

I 1966 offentliggjorde K. Kigoshi og H. Kobayashi⁴ en dendrokronologi for japanske yaku-sugi træer der rakte ca. 2000 træringe tilbage i tiden. (Faktisk er dendrokronologien (ifølge⁴) lavet ud fra ét træ, så man har ikke usikkerheden med at matche flere træers diagnostiske ringe.) Her vises tendensen i yaku-sugi dendrokronologien i forhold til Libbys kalibreringskurve fra 1952.

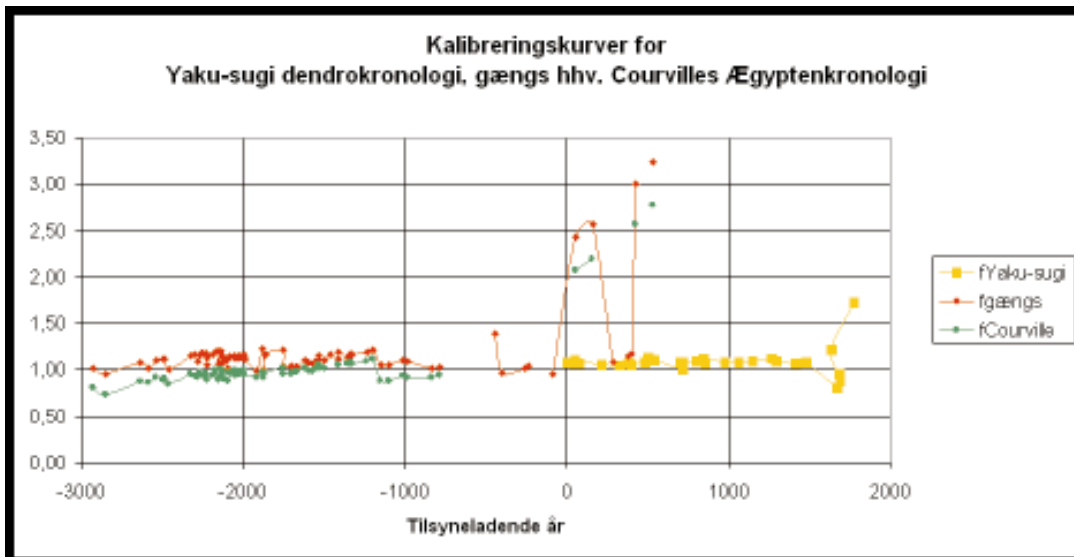


Figur 1. Sammenligning mellem Libbys kalibreringskurve (ca. 1952) og en kalibreringskurve beregnet ud fra Yaku-Sugi dendrokronologien (data: Kigoshi 1966).

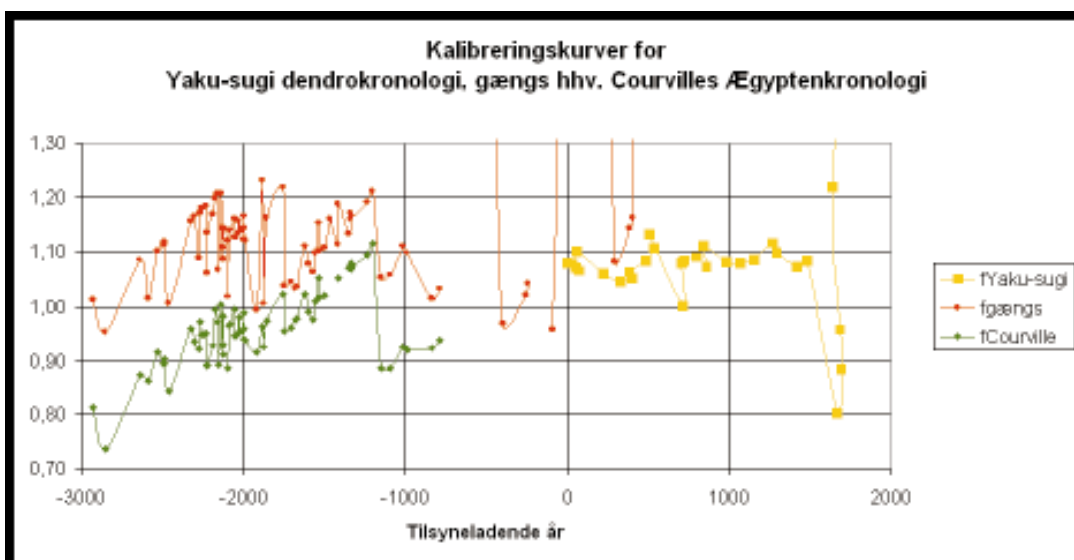
Yaku-sugi dendrokronologien viser at man ved kulstof-14 metoden vil måle en lavere absolut, specifik radioaktivitet end forventet. Derfor kommer man til at overvurdere aldre, hvis man antager at Yaku-sugi-dendrokronologiens tilsyneladende aldre er de korrekte. Man må derfor indføre en korrektionsfaktor:

$$f_{\text{faktisk alder}} = f_{\text{Yaku-sugi}} \cdot \text{tilsyneladende alder} \quad (\text{formel 1})$$

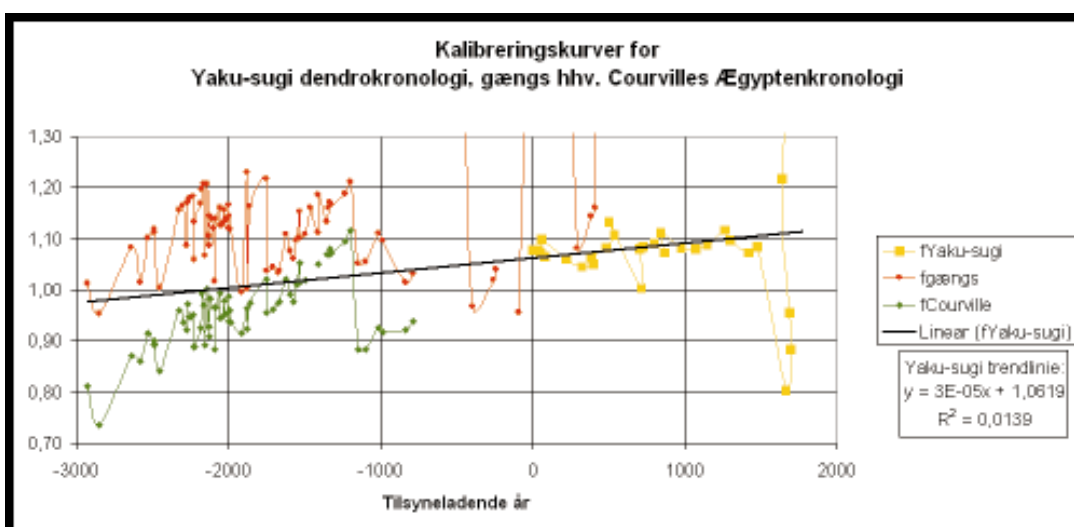
Sammenholdes korrektionsfaktorer for Yaku-sugi-dendrokronologi og de to ægyptisk-kronologier (gængs hhv. Courville), fås følgende figur 2 og 3:



Figur 2. Kalibreringskurver for Yaku-sugi-dendrokronologi og de to ægyptenskronologier (gængs hhv. Courville).



Figur 3. Kalibreringskurver for Yaku-sugi-dendrokronologi og de to ægyptenskronologier (gængs hhv. Courville) (udsnit).



Figur 4. Kalibreringskurver for Yaku-sugi-dendrokronologi og de to ægyptenskronologier (gængs hhv. Courville) (udsnit) og trendlinie for Yaku-sugi-målepunkterne.

Figur 2 viser de fuldstændige kalibreringskurver, og i figur 3 er vist udsnittet mellem korrektionsfaktor 0.70 og 1.30. Figur 4 er lig figur 3, men tilføjet en trendlinie for Yaku-sugi-målepunkterne. Bemærk, at korrelationskoefficienten for trendlinien er meget lav (= 0.0139), hvilket betyder at der ikke kan drages nogle nøjagtige konklusioner fra den.

Fire konklusioner udfra figur 2-4:

- 1) Yaku-sugi kurven har nogle store udsving i perioden 1479-1777 e.v.t. som kan have mange årsager, f.eks. forurening af de yderste vækstlag med fremmed kulstof (perioden er tilsyneladende alder, dvs. den alder man får ved brug af Libbys aldersformel uden korrektion; det gælder også de følgende perioder i konklusionerne). Desuden har kurven et moderat udsving i perioden 537-703 e.v.t. som imidlertid kun bygger på én måling. Derfor antages dette udsving at være en fejlbestemmelse. Kurvens øvrige målepunkter ligger nogenlunde pænt på en linie med korrektionsfaktorer i intervallet 1.04-1.13, altså tilsyneladende alder skal forøges 4-13% for perioden ca. 0-1500 e.v.t.
- 2) Yaku-sugi kurven har en overlappende periode med gængs ægyptenskronologi (og faktisk identisk for Courvilles ægyptenskronologi). Det er perioden 293-408 e.v.t., hvor den gængse kurve ligger systematisk over Yaku-sugi kurven, men har omtrent parallelle forløb. Korrektionsfaktoren ligger i intervallet 1.04-1.16, altså tilsyneladende alder skal forøges 4-16% for denne periode. At den gængse kurve ligger systematisk over Yaku-sugi kurven med ca. 4-8% kan enten tolkes som om Yaku-sugi-dendrokronologien lider af 4-8% manglende ringe, eller at den gængse historie overvurderer alderen med 4-8% (hvilket er ca. 60-130 år). Endelig kan det være en arkæologisk fejldatering af tre prøver? For denne periode er der ikke nogen forskel på gængs og Courvilles ægyptenskronologi, så den samme konklusion gælder begge ægyptenskronologier.
- 3) Forlænger man den lineære tendens af Yaku-sugi-kurven tilbage til perioden 500-0 f.v.t., ses den ramme den gængse kurve nogenlunde. Det er den periode hvor gængs og Courvilles ægyptenskronologi afviger væsentligt mindre fra hinanden end for ældre perioder. (Derfor ville Yaku-sugi-kurvens trendlinie også ramme Courvilles kurve nogenlunde hvis den var tegnet ind for denne periode.)
- 4) Forlænger man den lineære tendens af Yaku-sugi-kurven tilbage til perioden 3000-500 f.v.t.

ses den at ramme både den gængse kurve og Courvillekurven, men på forskellige steder. I perioden 1198-788 f.v.t. rammer den tættest ved den gængse kurve. I perioden 1916-1198 f.v.t. rammer den tættest ved Courvillekurven. (Man erindrer at der i denne artikels 1. del⁹ blev foreslået at fremrykke dynasti I-XII i gængs ægyptenskronologi, så kalibreringskurven undgik sit zigzag-forløb.) Yaku-sugi-dendrokronologiens trendlinie peger på at gængs ægyptenskronologi har overvurderet alderen af dynasti I-XII.

- 5) Med den usikkerhed der ligger i Yaku-sugi-dendrokronologiens trendlinies lave korrelationskoefficient (=0.0139), kan man kun konkludere at dens forlængelse er i overensstemmelse med at gængs ægyptenskronologi overvurderer alderen af dynasti I-XII. Man kan ikke udlede det som et faktum alene ud fra Yaku-sugi-dendrokronologien.

Fergusons børstekoglefyr-dendrokronologi (1970) behandles først i en kommende artikel.

Litteraturliste

- ¹ Finn Lykke Nielsen: Radioaktive dateringsmetoder. Civilingeniørspciale. DTU, Afd. f. Elektrofysik, 1985. I: 80 s. + litteraturlæg: 450 s. + II: 28 s. + litteraturappendix: 92 s.
- ² W. F. Libby: Radiocarbon Dating. The University of Chicago Press, 1952.
- ³ ⁵, side 35-55.
- ⁴ Kunihiro Kigoshi og Hiromi Kobayahi. Radiocarbon, bind 8, side 54-56 (1966).
- ⁵ T. Säve-Söderbergh og I. U. Olsson. Radiocarbon Variations and Absolute Chronology. Uppsala (1970).
- ⁶ D. A. Courville: The Exodus Problem and its Ramifications. Challenge Books, Loma Linda, California, 1971.
- ⁷ Waldo S. Glock: Growth Rings and Climate. The Botanical Review, bind 7, nr. 12, side 649-713 (1941).
- ⁸ Finn Lykke Nielsen Boelsmand: Kulstof-14-datering: Nogle åbne spørgsmål (1), Origo nr. 98, marts 2006, side 22-26.
- ⁹ Konklusion 1, side 26.