

Nghiên cứu sự hình thành và tuổi nước dưới đất Đồng bằng Nam Bộ bằng kỹ thuật đồng vị

Đoàn Văn Cánh^{1*}, Đặng Đức Nhận¹, Phạm Hoàng Anh²,
Nguyễn Thị Thanh Thủy², Nguyễn Kiên Chính³, Châu Trần Vĩnh⁴

¹Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Trung tâm Kỹ thuật Hạt nhân, Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam

⁴Cục Quản lý Tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 17.6.2015, ngày chuyển phân biện 19.6.2015, ngày nhận bản biên 17.7.2015, ngày chấp nhận đăng 24.7.2015

Sự hình thành nước nhạt dưới đất vùng Đồng bằng Nam Bộ đã được nghiên cứu bằng kỹ thuật đồng vị với việc xác định tỷ số các đồng vị $\delta^2\text{H}$ và ^{18}O của 84 mẫu nước lấy từ 5 tầng chứa nước qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 theo ba mặt cắt AA: Tp Hồ Chí Minh - Cà Mau, BB: Tây Ninh - Tp Hồ Chí Minh và CC: dọc theo sông Tiền (từ Đồng Tháp về Trà Vinh). Đồng thời, công trình nghiên cứu cũng đã sử dụng 24 mẫu nước mưa lấy ở Tp Hồ Chí Minh và 24 mẫu nước sông Tiền và sông Hậu trong những năm 2012-2014. Mẫu hóa nước dưới đất của 5 tầng chứa nước cũng được thu thập từ mạng quan trắc động thái nước dưới đất quốc gia. Tuổi nước dưới đất được xác định theo hoạt độ carbon-14 và tỷ số đồng vị $\delta^{13}\text{C}$. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các thấu kính nước nhạt được hình thành từ nước khí tượng cổ có tuổi từ 300 năm đến 40.000 năm. Phương pháp thống kê Mann-Whitney sử dụng giá trị trung bình $\delta^{18}\text{O}$ và sai số chuẩn đối với hai nhóm nước dưới đất là nước ở miền Tây Nam Bộ và nước sông Tiền, sông Hậu cho thấy, tầng chứa nước qp_{2-3} không có quan hệ thủy lực với nước sông và như vậy, các tầng chứa nước phân bố sâu hơn cũng không có quan hệ với nước sông (có nghĩa là nước dưới đất ở đây không nhận được bổ cập từ nước sông, mà hoàn toàn được hình thành từ nước thấm cổ). Đây là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp nhà nước mã số KC08.06/11-15: “Nghiên cứu đề xuất các tiêu chí và phân vùng khai thác bền vững, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Đồng bằng Bắc Bộ và Đồng bằng Nam Bộ”.

Từ khóa: carbon-14, Đồng bằng Nam Bộ, tan lửa, thấm xuyên, xâm nhập mặn.

Chỉ số phân loại 1.5

Đặt vấn đề

Nước trên trái đất vận động trong vòng khép kín được gọi là vòng tuần hoàn nước trong thiên nhiên. Vòng tuần hoàn nước có thể được bắt đầu từ nước biển bốc hơi lên cao đến khoảng nhiệt độ đủ thấp thì phần lớn hơi nước ngưng tụ gây mưa trở lại biển, phần khác vận động vào sâu lục địa và trên đường đi tạo mưa rơi xuống mặt đất. Nước mưa xuống mặt đất, một phần sẽ chảy tràn trên bề mặt ra sông, hồ rồi lại đổ ra biển kèm theo bốc hơi ngược lại khí quyển, một phần nước mưa sẽ ngấm xuống đất và được giữ lại trong đất ở đới thông khí để thấm thực vật tiêu thụ rồi thải ra không khí trong quá trình phát tán hơi qua lá, một phần không nhỏ ngấm xuống các tầng chứa nước dưới sâu. Như vậy, về cơ bản, nước dưới đất có nguồn gốc từ nước mưa, hay còn gọi là nước khí tượng. Thực tế cho thấy, nước dưới đất

còn có một số nguồn khác, ví dụ nước tách ra từ mạng tinh thể khoáng vật, hoặc chôn vùi trong quá khứ (nước cổ), hoặc nước biển mới xâm nhập do các tác động của tự nhiên cũng như của con người.

Nguồn gốc nước trong các tầng chứa nước có thể phân biệt được dựa trên cơ sở thành phần đồng vị nặng là deuteri (^2H) và oxy 18 (^{18}O) của phân tử nước. Nguyên lý của phương pháp này dựa vào sự khác biệt về thành phần đồng vị giữa các loại nước do có hiệu ứng phân tách đồng vị (đồng vị nặng ^2H và ^{18}O so với đồng vị nhẹ ^1H và ^{16}O) trong phân tử nước trong quá trình chuyển pha: từ lỏng sang hơi (quá trình bốc hơi) và từ hơi sang lỏng (quá trình mưa) [1]. Mức độ phân tách đồng vị của nước khí tượng phụ thuộc vào nhiệt độ khi quyển cũng như khoảng cách từ nguồn phát sinh hơi nước, tức là từ biển vào lục địa nơi có mưa. Hiệu

*Tác giả liên hệ: Tel: 0903422671; Email: doanvancanh@gmail.com

THE FORMATION AND AGE OF GROUNDWATER OF THE NAM BO PLAIN AS STUDIED BY ISOTOPE TECHNIQUE

Summary

The formation of groundwater from five aquifers (qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 and n_1^3) in the Nam Bo Plain was investigated by using isotope technique with the determination of water isotopic composition, namely δ^2H and $\delta^{18}O$. For this purpose, 84 groundwater samples from the five aquifers (qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 and n_1^3) were taken by three transects AA: HoChiMinh city-CaMau, BB: Tay Ninh-HoChiMinh city and CC: Dong Thap-Tra Vinh. Additionally, 24 samples of precipitation in Ho Chi Minh city and 24 water samples from the Tien and Hau rivers were also taken during 2012-2014 for the study of their isotopic composition. The age of water from the aquifers was determined by the carbon-14 dating technique with $\delta^{13}C$ correction based on the Gonfiantini's model. Results of the isotopic composition of the samples showed that the groundwater in the region was originated from the local meteoric water as its isotopic composition was very close to that of the local meteorological water line. However, the age of the study water was determined predominantly to be old and ranged from 300 up to more than 40,000 years which suggests that the groundwater in the Nam Bo Plain is paleo-water. The Mann-Whitney statistical treatment with the mean $\delta^{18}O$ value and its standard deviation for the two groups of groundwater in the western Nam Bo plain and water from both Tien and Hau rivers revealed that the river's water did not have hydraulic interaction with water in the qp_{2-3} aquifer. The same phenomena was found for most aquifers in the region, which means that the groundwater in the region has no or very weak recharge from surface. Since the groundwater resource in the Nam Bo Plain, especially in the western region is limited, it requires the local managers to pay particular attention to the groundwater exploitation in order to have enough clean water for the public as well as to maintain the water abstraction be sustainable. This is part of the state-level scientific research project coded KC08.06/11-15.

Keywords: carbon-14 dating, dissolution, groundwater leakage, Nam Bo Plain, salt intrusion.

Classification number 1.5

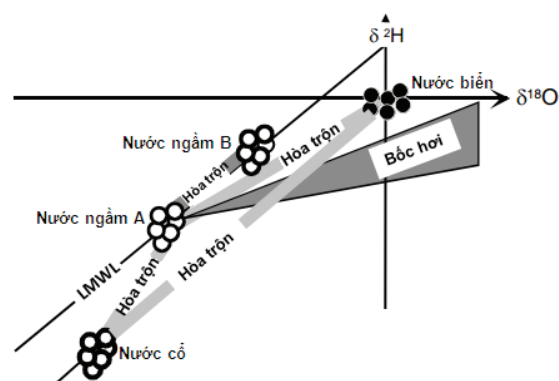
ứng phân tách đồng vị trong quá trình bốc hơi và ngưng tụ xảy ra song song giữa 2H và ^{18}O và được đặc trưng bởi đường nước khí tượng toàn cầu (GMWL: Global Meteorological Water Line). Craig là người đầu tiên phát hiện ra hiện tượng này [2]. Thành phần đồng vị được thể hiện qua ký hiệu delta (δ) và đường GMWL có dạng:

$$\delta^2H = 8.\delta^{18}O + 10$$

Trong đó, δ^2H và $\delta^{18}O$ tương ứng là thành phần đồng vị deuteri và oxy-18 trong mẫu nước mưa.

Giá trị hệ số góc của đường quan hệ $\delta^2H \div \delta^{18}O$ và mức dư deuteri của đường nước khí tượng địa phương (LMWL) có ý nghĩa quan trọng. Hệ số góc có thể nhỏ hơn 8, tức là thành phần đồng vị oxy-18 trong mẫu nước nghiên cứu giàu hơn thành phần đồng vị deuteri nếu tính theo nhiệt độ trung bình năm ở phạm vi toàn cầu. Điều này là do nhiệt độ bốc hơi cũng như ngưng tụ hơi nước ở vùng nghiên cứu cao hơn mức trung bình. Đường nước khí tượng ở các khu vực có nhiệt độ khí quyển trung bình năm cao, chẳng hạn ở vùng Vịnh có hệ số góc nhỏ hơn 8 (trong khoảng từ 5 đến 7). Đường nước khí tượng ở Bangkok có hệ số góc là 7,55.

Nghiên cứu chi tiết thành phần đồng vị của phân tử nước trong các mẫu nước khác nhau, các nhà địa chất thủy văn đồng vị nhận thấy mối tương quan giữa δ^2H và $\delta^{18}O$ của các loại nước được thể hiện trên hình 1 [1-3].



Hình 1: giản đồ mô tả các quá trình hình thành các loại nước khác nhau trên cơ sở mối tương quan giữa 2H và ^{18}O [4]

Theo mối tương quan $\delta^2H \div \delta^{18}O$ (hình 1) thì trong chu trình nước có 4 nhóm nước cơ bản: a) Nước khí tượng địa phương đặc trưng bởi đường LMWL/MWL; b) Nước cổ đặc trưng bởi nhóm

điểm và đường bên dưới đường LMWL; c) Nước biển có thành phần đồng vị tập trung xung quanh gốc tọa độ (theo định nghĩa); d) Nước mặt (sông, hồ...) đặc trưng bởi một dải đường bốc hơi vì góc nghiêng phụ thuộc vào nhiệt độ không khí khu vực. Nhiệt độ không khí càng cao, góc nghiêng càng nhỏ. Từ 4 nhóm nước cơ bản sẽ hình thành nhiều loại nước dưới đất.

- Nước dưới đất loại A và B thuộc 2 tầng, ví dụ Holocene và Pleistocene, cách ly hoàn toàn với nhau và có nguồn gốc từ nước khí tượng địa phương. Giữa chúng có thể có loại nước tạo ra do hòa trộn giữa nước của 2 tầng thông qua các cửa sổ thủy văn. Trong thực tế, có thể có nhiều nhóm nước hòa trộn từ nhiều tầng khác nhau.

- Nước dưới đất nhóm A, cũng có thể cả nhóm B, xâm nhập vào tầng nước cổ tạo ra nước hòa trộn giữa nước khí tượng và nước cổ.

- Nước biển xâm nhập vào tầng nước dưới đất loại A hoặc B tạo ra nước lợ có tuổi tương đối trẻ.

- Nước biển xâm nhập vào tầng nước cổ tạo ra nước lợ có tuổi tương đối già.

- Ngoài ra, nguồn bổ cấp cho nước dưới đất loại A hoặc B có thể là từ nhóm nước bốc hơi, đó là nước từ sông, hồ...

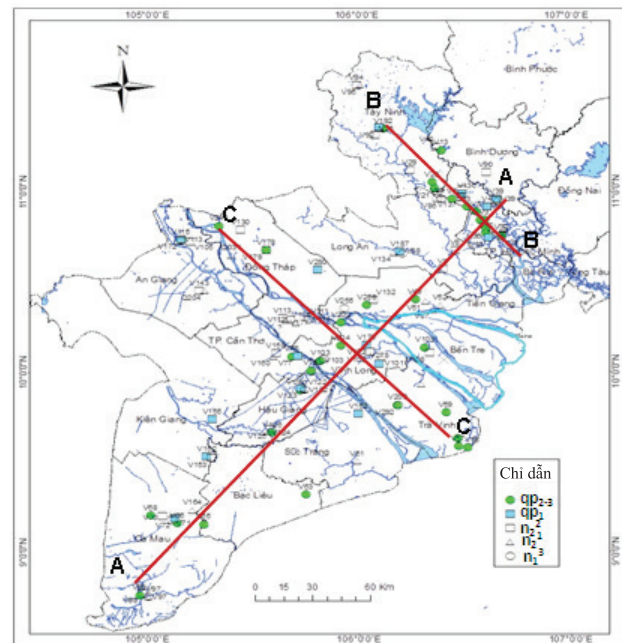
Giản đồ ở hình 1 là cơ sở để thảo luận về nguồn gốc và sự hình thành các tầng chứa nước dưới đất bằng phương pháp đồng vị.

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

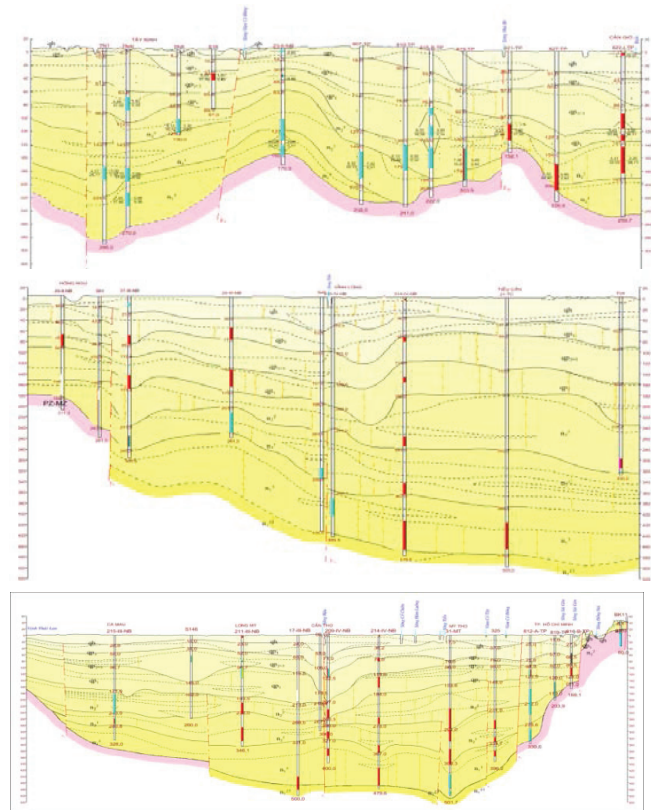
Tuyến lấy mẫu

Mẫu nước dưới đất ở Đồng bằng Nam Bộ được lấy từ 5 tầng chứa nước hiện đang được khai thác sử dụng (xem mặt cắt địa chất thủy văn trên hình 3 [5]): Pleistocen giữa trên (qp_{2-3}), Pleistocen dưới (qp_1), Pliocen trên (n_2^2), Pliocen dưới (n_2^1), Miocen (n_1^3) và được lấy theo 3 tuyến. Tuyến AA theo hướng từ Đông Nam Bộ xuống Tây Nam Bộ (từ Bình Dương đến Cà Mau). Tuyến BB xuyên qua miền Đông Nam Bộ, từ Tây Ninh đến Tp Hồ Chí Minh. Tuyến CC dọc theo sông Tiền (từ Đồng Tháp đến Trà Vinh). 84 mẫu nước từ 84 giếng khoan quan trắc động thái nước dưới đất quốc gia vùng Đồng bằng Nam Bộ đã được lấy để xác định thành phần đồng vị deuteri (δ^2H) và oxy-18 ($\delta^{18}O$) và xác định tuổi bằng phương pháp cacbon-14 có hiệu chỉnh dựa trên mô hình do Gofiantini đề xướng, sử dụng giá trị thành phần đồng vị cacbon-13 ($\delta^{13}C$). 60 mẫu trong số 84 vị trí lấy mẫu được phân

tích thành phần hóa học. Hình 2 trình bày vị trí lấy mẫu theo tuyến. Hình 3 trình bày mặt cắt địa chất thủy văn tương ứng đối với tuyến AA, BB và CC.



Hình 2: sơ đồ vị trí tuyến lấy mẫu nước vùng Đồng bằng Nam Bộ

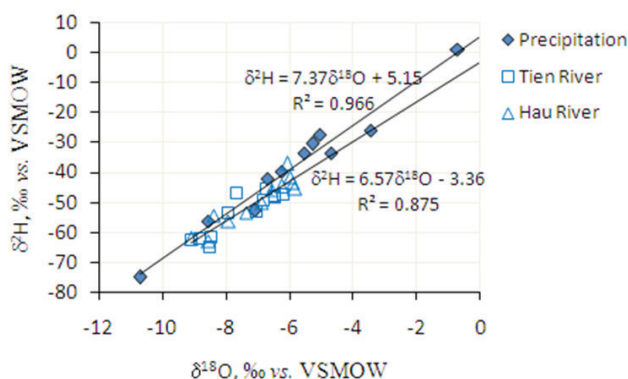


Hình 3: mặt cắt địa chất thủy văn tuyến lấy mẫu: mặt cắt thứ nhất trùng với tuyến BB; mặt cắt thứ hai trùng với tuyến CC và mặt cắt dưới cùng trùng với tuyến lấy mẫu AA (nguồn: Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam)

Xác lập đường nước khí tượng địa phương và đường nước sông Tiền, sông Hậu

Lần đầu tiên, từ các mẫu nước mưa thu góp theo tháng tại Tp Hồ Chí Minh trong các năm 2012-2014, chúng tôi đã thiết lập được đường nước khí tượng (nước mưa) địa phương đại diện cho vùng Đồng bằng Nam Bộ (hình 4). Đây là mối tương quan giữa thành phần đồng vị deuteri ($\delta^2\text{H}$) và oxy-18 ($\delta^{18}\text{O}$) trong các mẫu nước mưa.

Trên hình 4 cũng trình bày mối tương quan tương tự của nước sông Tiền và sông Hậu làm cơ sở để đánh giá mối quan hệ thủy lực giữa nước sông và nước dưới đất vùng nghiên cứu. Đường nước khí tượng vùng Đồng bằng Nam Bộ đặc trưng bởi đường thẳng có hệ số góc là 7,37 và điểm cắt trục tung là 5,15. Nước sông Tiền và sông Hậu không có sự khác biệt mấy ($\alpha = 0,05$) về thành phần đồng vị bền và đặc trưng bởi đường bốc hơi với hệ số góc nghiêng là 6,57 và điểm cắt trục tung là -3,36 (hình 4).



Hình 4: đường nước khí tượng địa phương vùng Đồng bằng Nam Bộ và đường nước sông Tiền, sông Hậu

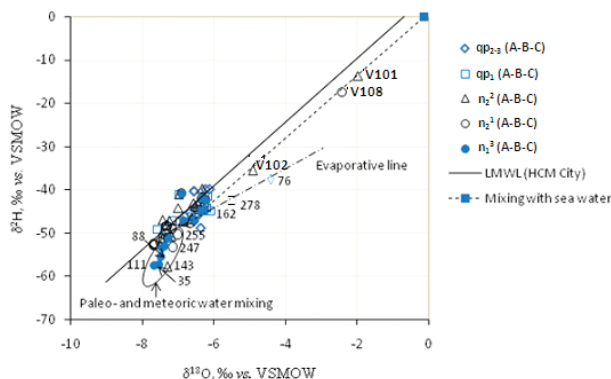
Nước sông Tiền, sông Hậu có nồng độ hoạt độ triti trong các năm 2012-2014 là $(1,54 \pm 0,26)$ TU, trùng với giá trị nồng độ triti trong nước mưa ở các vùng có cùng vĩ độ. Nước sông vùng Bangkok (Thái Lan) vào năm 1990 có hoạt độ ^3H thay đổi từ 6,5 đến 7,5 TU. Như vậy, hiện nay sau 2 chu kỳ bán phân rã hoạt độ ^3H trong nước sông cũng chỉ còn trong khoảng từ 1,6 đến 1,8 TU [6]. Số liệu này cho thấy, hiện tại ở các khu vực phía Nam bán cầu, triti nhân tạo đã phân rã hết chỉ còn có triti tự nhiên tạo ra từ phản ứng $^{14}\text{N}(n,^3\text{H})^{12}\text{C}$ trong vũ trụ [7].

Thành phần đồng vị deuteri và oxy-18 trong các mẫu nước dưới đất

Hình 5 thể hiện tổng hợp thành phần đồng vị bền của phân tử nước trong 84 mẫu nước lấy từ 5 tầng chứa

nước nghiên cứu cùng với đường nước khí tượng địa phương và nước sông Tiền, sông Hậu. Đường gạch liền là đường nước khí tượng địa phương ($\delta^2\text{H} = 7,37 \delta^{18}\text{O} + 5,15$), đường gạch ngắt quãng là đường nước hòa trộn giữa nước dưới đất và nước biển (điểm hình là ba điểm V102, V101, V108), đường gạch - chấm là đường bốc hơi đi qua 3 điểm 162, 278 và 76 nhưng không trùng với đường nước của sông Tiền, sông Hậu ($\delta^2\text{H} = 6,57 \delta^{18}\text{O} - 3,36$). Xử lý thống kê theo giá trị $\delta^{18}\text{O}$ trung bình trong nước hai sông và $\delta^{18}\text{O}$ trung bình của các mẫu nước trong tầng qp_{2-3} vùng Đồng bằng Nam Bộ theo phương pháp Mann-Whitney với $\alpha = 0,05$, cho giá trị $|z| = 2,81 > z_{\text{critical}} = 1,96$. Kết quả này cho thấy, thành

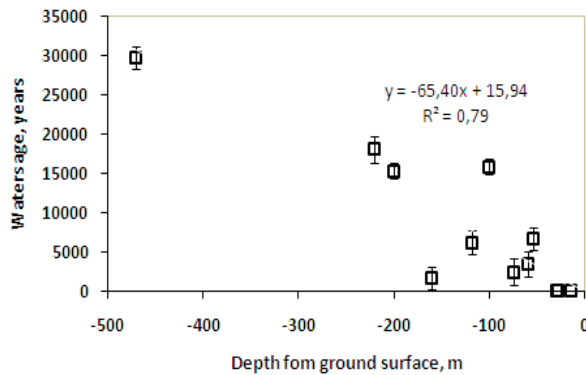
phần đồng vị ^{18}O trong nước dưới đất tầng qp_{2-3} vùng Tây Nam Bộ là khác thành phần đồng vị ^{18}O trong nước sông, có nghĩa là nước sông không có quan hệ thủy lực với nước tầng qp_{2-3} . Điều này cũng có nghĩa là, nước các tầng sâu hơn tầng qp_{2-3} cũng không có quan hệ thủy lực với nước sông. Một số mẫu đặc trưng cho loại nước hòa trộn giữa nước cổ chôn vùi và nước khí tượng được nhóm thành một nhóm, đại diện là các điểm 35, 88, 111, 143, 247, 255.



Hình 5: thành phần đồng vị deuteri và oxy-18 trong 84 mẫu nước dưới đất lấy từ 5 tầng chứa nước qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 của Đồng bằng Nam Bộ trong mối tương quan với nước khí tượng địa phương

Tuổi của các tầng nước nghiên cứu và phân bố tuổi nước theo chiều sâu

Theo kết quả phân tích mẫu nước, đại bộ phận các mẫu nước dưới đất trên địa bàn nghiên cứu có nồng độ triti thấp hơn ngưỡng phát hiện (0,4 TU) nên tuổi của các mẫu nước được xác định bằng phương pháp cacbon-14. Hình 6, 7 và 8 trình bày phân bố tuổi tuyệt đối của các mẫu nước theo chiều sâu giếng khoan quan trắc tương ứng đối với tuyến BB, AA và CC.

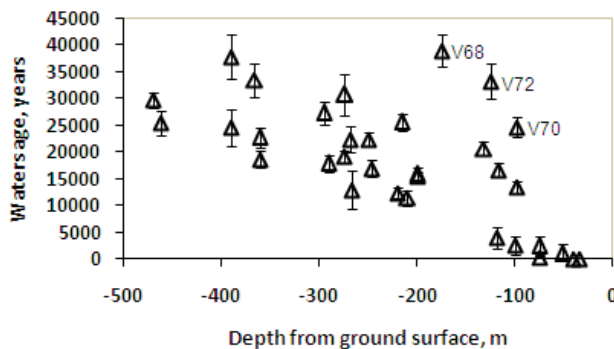


Hình 6: mối tương quan giữa tuổi tuyệt đối của nước dưới đất và độ sâu giếng khoan (độ sâu phân bố tầng chứa nước) của các mẫu nước nghiên cứu lấy theo tuyến BB (Đông Nam Bộ). Các vạch vẽ hai phía của các điểm là sai số tuyệt đối (tính bằng năm) của giá trị tuổi

Theo tuyến BB, càng xuống sâu tuổi của nước càng già. Mối tương quan giữa tuổi và độ sâu tầng nước được biểu diễn bằng đường hồi quy:

$$y = -65,40.x + 15,94$$

Trong đó: y là tuổi tuyệt đối tính bằng năm; x là độ sâu giếng khoan tính bằng mét. Mối tương quan khá chặt chẽ, có hệ số tương quan $R^2 = 0,79$.

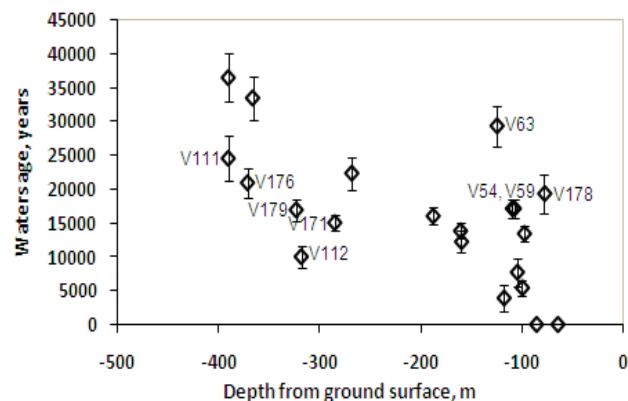


Hình 7: mối tương quan giữa tuổi tuyệt đối và độ sâu giếng khoan (tầng chứa nước) của các mẫu nước nghiên cứu lấy theo tuyến AA (từ Đông sang Tây Nam Bộ). Các vạch vẽ hai phía của các điểm là sai số tuyệt đối (tính bằng năm) của giá trị tuổi

Theo tuyến AA, sự phân tầng chứa nước không thấy rõ như ở tuyến BB, đặc biệt là ở vùng sau sông Tiền. Mối quan hệ tuổi - độ sâu giếng khoan theo tuyến AA không chặt chẽ, hệ số tương quan $R^2 = 0,42$ (hình 7). Nếu như loại trừ 3 mẫu lấy từ tầng qp_{2-3} (V68), qp_1 (V72) và n_2^2 (V70) có tuổi già hơn 20.000 năm ra khỏi tập thể mẫu thì mối tương quan tuổi - độ sâu của các mẫu nước tuyến AA sẽ khá chặt chẽ, $R^2 = 0,70$. 3 điểm lấy mẫu nêu trên thuộc địa phận tỉnh Cà Mau. Việc loại 3 mẫu V68, V72 và V70 ra khỏi tập hợp mẫu trong mối tương quan tuổi - độ sâu là có cơ sở, nếu có hiện tượng nước từ các tầng phía dưới, ví dụ Pliocene có tuổi cao thấm xuyên lên các tầng qp phân bố phía trên đang

được khai thác quá mức ở Cà Mau.

Theo tuyến CC, sự phân tầng giữa các tầng chứa nước cũng không tốt nên mối tương quan giữa tuổi và chiều sâu giếng khoan không chặt chẽ (hình 8), $R^2 = 0,4$. Cũng với cách tiếp cận như trường hợp tuyến AA, loại trừ 2 nhóm tầng chứa nước tuy nông (qp) nhưng tuổi cao như V54, V59, V63, V178 và nhóm khác, tuy sâu nhưng tuổi lại thấp hơn so với các giếng khoan quan trắc khác, nhưng cùng tầng như V111(n_1^3), V112(n_1^3), V171(n_2^1), V176(qp_1) và V179(n_2^2) thì mối tương quan tuổi - độ sâu là rất chặt chẽ, $R^2 = 0,93$ (đồ thị không thể hiện ở đây). Có thể các vị trí V111(n_1^3), V112(n_1^3), V171(n_2^1), V176(qp_1) và V179(n_2^2) đang bị nhiễm mặn bởi nước biển có tuổi hiện đại. Thực tế là nước trong các giếng khoan này có hàm lượng clo cao (>10 mmol/l, cao hơn tiêu chuẩn cho phép đối với nước ăn uống là 7 mmol/l và nước sinh hoạt là 8,5 mmol/l, tương ứng, theo QCVN 01 và 02/2009/BYT của Bộ Y tế). Hiện tượng nhiễm mặn nước trong các tầng sâu khu vực Đồng bằng Nam Bộ có thể cũng do khai thác quá mức nước tầng trên gây thấm xuyên ngược từ nê-m nước mặn lên, hoặc đứt gãy Bassac dọc theo sông Tiền và sông Hậu đóng vai trò như đường dẫn nước biển vào tầng nước ngọt khi nước ngọt bị khai thác quá mức.



Hình 8: mối tương quan giữa tuổi tuyệt đối và độ sâu giếng khoan (tầng chứa nước) của các mẫu nước nghiên cứu lấy theo tuyến CC (dọc theo tuyến giữa hai sông Tiền và sông Hậu). Các vạch vẽ hai phía của các điểm là sai số tuyệt đối (tính bằng năm) của giá trị tuổi

Từ kết quả trình bày ở trên cho thấy, đại bộ phận nước dưới đất trong các tầng chứa nước qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 đều có nguồn gốc là nước khí tượng vì thành phần đồng vị deuteri và oxy-18 của chúng đều nằm sát đường nước khí tượng địa phương. Một số mẫu nước lấy từ tầng n_1^3 có δ^2H và $\delta^{18}O$ nằm cách biệt khỏi đường nước khí tượng có thành phần 2H nghèo hơn so với nước khí tượng với cùng giá trị $\delta^{18}O$. Có thể coi

nhóm nước này là nước rất cổ, cần phải được kiểm tra lại tuổi của chúng bằng phương pháp khác phương pháp cacbon-14. Phương pháp cacbon-14 có sai số lớn nếu mẫu có tuổi già hơn 40.000 năm vì sai số đo hoạt độ thấp của cacbon-14 (<10 pMC) là khá cao, đến 20-25% với thời gian đo 24 giờ. Tuy là nước khí tượng nhưng tuổi của các mẫu nước nghiên cứu đều khá cao, trừ những mẫu lấy từ những vùng xuất lộ (miền Đông Nam Bộ hoặc Đồng Tháp). Như vậy, nước trong các tầng chứa nước nghiên cứu được hình thành từ nước khí tượng nhưng là nước khí tượng cổ, chôn vùi từ quá khứ cùng với những giai đoạn biển tiến - biển lùi diễn ra trong suốt kỷ Đệ Tứ.

Kết luận

Nước nhạt dưới đất ở Đồng bằng Nam Bộ, đặc biệt là ở miền Tây Nam Bộ phân bố dưới dạng thấu kính có nguồn gốc khí tượng cổ. Nguồn bổ cập tự nhiên từ nước mưa và nước mặt chỉ diễn ra ở miền Đông Nam Bộ; ở miền Tây Nam Bộ, các thấu kính nước nhạt bị đóng kín, hầu như không nhận được sự bổ cập tự nhiên. Bởi vậy, để có thể khai thác tài nguyên nước nhạt lâu dài và bền vững phục vụ kinh tế dân sinh cần phải đặc biệt quan tâm đến việc khai thác sử dụng hợp lý kết hợp các giải pháp bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất, nhằm giảm thiểu cạn kiệt nguồn nước và hạn chế xâm nhập mặn. Một vấn đề vẫn còn chưa được

làm sáng tỏ là liệu nước dưới đất Tây Nam Bộ có nhận được bổ cập từ phía Campuchia hay không? Trong thời gian tới cần có sự hợp tác giữa hai Chính phủ cũng như giữa các nhà khoa học hai nước để tìm hiểu khả năng bổ cập xuyên biên giới của các tầng nước ở vùng Đồng bằng Nam Bộ.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ, Văn phòng Chương trình KC08/11-15 về sự hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Clark I.D and Fritz P (1997), *Environmental Isotopes in Hydrogeology*, Lewis Publishers, New York, 328 pp.
- [2] Craig H (1961), "Isotopic variations in meteoric waters", *Science*, **133**, pp.1702-1708.
- [3] Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (1998), *Nước dưới đất Đồng bằng Nam Bộ*, 163 trang.
- [4] Yurtsever Y, Payne B.R (1979), "Application of environmental isotopes to groundwater investigations in Qatar", *Isotope Hydrology*, **II**, pp.465-490.
- [5] IAEA (2001), *Sampling procedure for hydrology*, Water Resources Programme.
- [6] Buapeng S (1990), *The use of environmental isotopes on groundwater hydrology in the selected areas in Thailand*, Report No.IAEA-R-4803-F. IAEA, p.76.
- [7] Libby W.F (1946), "Atmospheric helium three (^3He) and radiocarbon from cosmic radiation", *Phys. Rev.*, **69**, pp.671-672.