

# 香川県さぬき市産小型モササウルス類（モササウルス亜科）の 歯のいくつかの特徴：和泉層群産の遊離歯解明のために

谷本 正浩<sup>1)</sup>・金澤 芳廣<sup>2)</sup>・佐藤 政裕<sup>3)</sup>

## Some notable dental features of a small mosasaurine mosasaur specimen from the upper Campanian Izumi Group, Western Japan

Masahiro TANIMOTO<sup>1)</sup>, Yoshihiro KANAZAWA<sup>2)</sup> and Masahiro SATO<sup>3)</sup>

**Abstract:** We here redescribe marginal dentition of a small mosasaurine mosasaur specimen (KSNHM-F6-2) from the upper Campanian Izumi Group of Sanuki City of the western Japan. Following the previous study, this mosasaur is tentatively considered *Mosasaurus prismaticus*. Problematically, only one isolated marginal tooth is known for the holotype of *M. prismaticus*, whereas KSNHM-F6-2 preserves many teeth in situ. Describing the more complete marginal dentition of KSNHM-F6-2 is significant in two ways: (1) it could help characterize the otherwise poorly known marginal dentition of the holotype *M. prismaticus*; and (2) it would also improve accuracy in identifying isolated mosasaur teeth found from other localities with the Izumi Group exposures. For example, as the crown height to width ratio varies along the dental margin of one individual as demonstrated by KSNHM-F6-2, different aspect ratios in the isolated mosasaur teeth found so far in the Izumi Group require a cautious systematic approach.

**Key words:** *Mosasaurus prismaticus*, mosasaurs, Izumi Group, Sanuki City, teeth

**キーワード:** *Mosasaurus prismaticus*, モササウルス類, 和泉層群, さぬき市, 歯

### はじめに

2000年11月19日に金澤芳廣によって、香川県さぬき市（当時は大川郡長尾町）多和兼割（たわかねわり）の和泉層群（上部カンパニアン）において発見された小型のモササウルス類化石は、最初に日本古生物学会2001年年会で発表された（谷本・金澤，2001）。この段階での発表は簡単なもので、種類をモササウルス科属種未定に留め、モササウルス亜科に属する可能性を示唆した。次にカナダのベンダー層（上部サントニアン）産の *Kourisodon* (Nicholls & Meckert, 2002) に類似しているという視点で、*Kourisodon* sp. としてももう少し詳細な報告を2004年に行った（谷本ほか，2004）。

また第1回モササウルス類国際シンポジウムが2004年にオランダのマーストリヒトで開催された際にも、この標本について紹介した（Tanimoto, 2005）。さらに Tanimoto (2008) では、それまで未剖出だった歯骨の詳細を報告した。なおこの段階では金澤標本は個人所蔵の標本であったため、佐藤政裕作成によるレプリカ標本を公的機関（アルバータ大学）に寄贈し、その標本番号を付して記載を行った。

---

Contributions from the Natural History Museum, Kishiwada City, No. 25 (Received March 3, 2016)

- 1) きしわだ自然資料館専門員 Associate Researcher of the Natural History Museum, Kishiwada City  
きしわだ自然資料館 〒596-0072 大阪府岸和田市堺町 6-5  
Natural History Museum, Kishiwada City 6-5 Sakaimachi, Kishiwada, Osaka, 596-0072 Japan
- 2) きしわだ自然資料館共同研究者 Co-researcher of the Natural History Museum, Kishiwada City  
〒763-0053 香川県丸亀市新田町道下 222-1  
Michishita 222-1, Nitta, Marugame, Kagawa, 763-0055 Japan
- 3) きしわだ自然資料館共同研究者 Co-researcher of the Natural History Museum, Kishiwada City  
〒530-0041 大阪府大阪市北区天神橋 1-14-17  
Tenjinbashi 1-14-17, Kita-ku, Osaka, 530-0041 Japan

その後、この標本がきしわだ自然資料館に寄贈されることになり、寄贈の経緯を紹介した記事がきしわだ自然友の会の機関紙に掲載された(谷本, 2010)。同じく2010年には、フランスのパリで第3回のモササウルス類シンポジウムがあり、Konishi et al., (2010)によって、きしわだ自然資料館の標本番号(KSNHM-F6-2)の紹介と共に、この小型のモササウルス類について検討が加えられ、この標本を仮に北海道むかわ町穂別産のモササウルス亜科に属する *Mosasaurus prismaticus* (櫻井ほか, 1999) に位置づけた。同時に、この種が *Mosasaurus* 属であるかどうかに関しては、将来検討すべき材料が増加した場合には、変更が加えられることもあり得るとされた。

この *M. prismaticus* の完模式標本(HMG-1065)では歯は1点しか保存されておらず、モササウルス亜科においてよく見られる異歯性(heterodonty)に関する議論の上で支障がある(Leblanc et al., 2012)。この点KSNHM-F6-2は上下の顎の歯列に残された個々の歯の形状変化を観察できるという点において、重要な情報源となる。また和泉層群においてしばしば見つかる遊離した歯の化石の中に、*M. prismaticus* またはKSNHM-F6-2に類似した歯が認められることがあり(Tanimoto et al., 2013など)、それらの標本との比較の上でも参考となると思われる。しかしKSNHM-F6-2に残された歯冠には、完全な形態を観察できるものは無い。一方、HMG-1065の歯は歯根部も含めてほぼ完全な形状を留めている。そのため穂別産と兼割産の標本とは、歯冠形状観察・記載の上で補い合うことができるだろう。

## 地質概説

兼割産標本KSNHM-F6-2は香川県の和泉層群より産出した。和泉層群は中央構造線の北縁に沿って、四国の阿讃山脈・淡路島南部の論鶴羽産地を通り、本州の和泉山脈まで至る地層で、東西300kmにわたり南北最大幅は約15kmある。主に砂岩・泥岩からなっており、礫岩・凝灰岩を伴う。東西に長い地層であるにもかかわらず、中生代白亜紀末の比較的短い期間に堆積したものであることが、含まれる化石から分かる。

時代的には基本的に西から東へとカンパニアン中期からマーストリヒティアンへと変化していく。KSNHM-F6-2が見つかった兼割の時代はカンパニアン後期である(野田ほか, 2010; 両角, 1991; 須鎗ほか, 1991; 市原ほか, 1986など)。和泉層群の化石帯区分と対比はMorozumi (1985)によって表が示されている。またKSNHM-F6-2が産する四国東部及び淡路島の和泉層群については、菊池・小竹(2013)が、上述のMorozumi (1985)らの図表にデータを加えて、新しい図表を示した。

辻野(2004)は、さぬき市兼割に分布する上部白亜系の岩相と化石動物群を詳しく調査している。その調査によれば、兼割の多和採石場には、それぞれ北縁相の花崗岩体の残留堆積物である砂岩・礫岩からなる城山層と、薄い砂岩層を挟む厚い泥岩から成る引田層が分布している。上述の菊池・小竹(2013)が作成した地層の表からは、兼割に露出する城山層と引田層が、カンパニアン後期の4つのアンモナイト化石帯にまたがる長い期間に形成された地層であることが分かる。

## 材料および方法

きしわだ自然資料館所蔵KSNHM-F6-2は、一つの母岩中にレリーフ状に割出された頭骨前半部としての左上顎骨と右上顎骨・下顎前半部としての左歯骨がある。及び追加材料として完全割出され、Tanimoto (2008)において記述された前後に分かれた右歯骨と1点の遊離歯も含まれる。それ以外に未記載の標本として、小さな母岩の中に入った状態の歯冠断面部の形態が分かる骨片もある。この追加標本と母岩上の

標本との位置関係は定かでは無い。しかしそれぞれの骨のサイズがほぼ同じであることと、骨の部位の重複が無いことは、これらの標本が同一個体に属するという考えと矛盾しない(図1, 2)。

KSNHM-F6-2 が産出した層準については、辻野(2004)に基づく、柱状図(Fig. 2)で示された引田層のFacies CのLocs. 8, 8a, 8bの辺りということになる。このFacies Cは動物化石の種数、個体数ともに多く、アンモナイトの*Baculites kotanii*等を含む。アンモナイト化石帯として*Metaplacenticeras subtilistriatum*帯の上位にある*Baculites kotanii*帯と見なすことができる。

標本撮影には、PentaxのWG-IIIを用いた。画像処理にはPaint Tool SAI Version 1.1.0を使用した。また歯冠断面形を調べるための型取り材としては「Hand Mix」を用いた。

## 記 載

ここでは、主に今回の目的である歯について記載する。KSNHM-F6-2の歯の全体的な特徴については、谷本ほか(2004)が行っている。この段階では、頭骨の左部の前半部の斜めに割れた部分を前上顎骨と上顎骨の縫合線と解釈していた。現在ではこの割れ目は左上顎骨の途中で割れたものと解釈されている(Konishi et al., 2010)。Konishi et al. (2010)によると、この母岩の中央に位置する骨は左上顎骨の前部であり、前方は前上顎骨との縫合線を示している(図4A-C)。

またTanimoto(2008)においてKSNHM-F6-2の追加材料が記述された。その結果、元来の一つの岩盤上の各骨の部位は、谷本ほか(2004)における解釈からは変更がなされている。その解釈に従って、岩盤上の歯列の歯の大よその形状変化を、以下再記載する。

母岩上の歯は舌側・唇側それぞれに4~7程度の小面が観察される。歯は側扁形を示す。上顎骨前方の歯は、歯骨の歯よりも細長い。上顎骨後方の歯では、上顎骨前方の歯と同じように細長いが、それよりも更に大きくなる(図3, 5)。



図1. きしわだ自然資料館におけるKSNHM-F6-2展示の様子。a: 左上顎骨・右上顎骨・左歯骨を含む母岩。b: 右歯骨前半部。c: 歯骨後半部。d: 遊離歯。e: 未剖出の歯冠部1点を含む小岩片。スケールは1 cm。



図2. 同標本の図1aの母岩の裏側。2点の歯冠部が剖出されている。スケールは1 cm。



図3. KSNHM-F6-2の左上顎骨の歯列。5本の縁辺歯が観察できる。最後の歯は歯冠中間部から、小断層のために1 cm程度下にずれている。スケールは1 cm。



図4. A: KSNHM-F6-2の右上顎骨の舌側面。母岩の表側では現時点では4点の歯が剖出されている。母岩の裏側には更に1点の歯冠が剖出されている(図2参照)。スケールは1 cm。B: KSNHM-F6-2の右上顎骨の先端の歯冠部。歯冠表面は無装飾であるが、これはエナメル質が剥離したためである。この歯冠は先端が欠けているが、その延長線上に左上顎骨の直前部の母岩にこの歯冠先端部と思われる窪みも見られるため、この歯がかなり細長い歯冠を持っていた可能性がある。スケールは1 cm。C: KSNHM-F6-2の母岩裏面に剖出された右上顎骨の歯冠部で、剖出された歯としては図4Bに示した歯の次に位置する。唇側面を示す。スケールは1 cm。

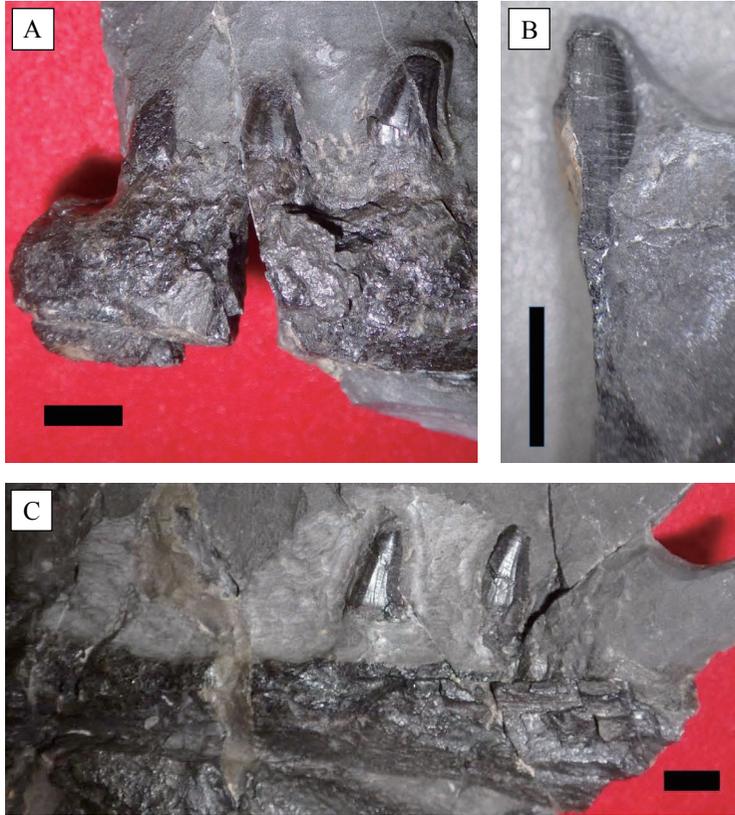


図5. KSNHM-F6-2の左歯骨の歯冠部。A：前部。B：母岩裏側に剖出された保存されている中で最後部の歯冠部。C：後部。なお完全に剖出された右歯骨については、Tanimoto (2008) の Fig. 1 において標本の3面を図示しているの、ここでは省略する。スケールは全て1 cm.



図6. KSNHM-F6-2の遊離歯。A：唇側面。B：舌側面。スケールは何れも1 mm. Tanimoto (2008) の Fig. 2 において標本の3面を図示しているが、照明の関係で歯冠の無裝飾性が強調されているので、ここでは微妙な歯冠裝飾の様子を分かりやすくした画像を掲載する。

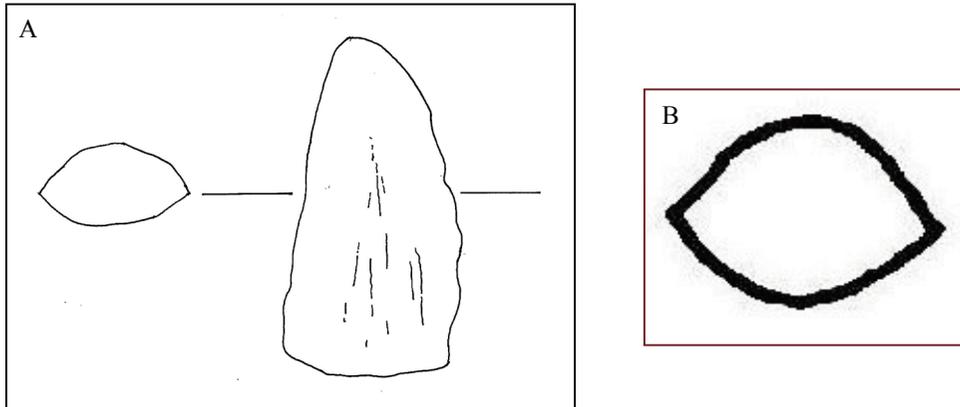


図7. KSNHM-F6-2における遊離歯の断面形とHMG-1065の歯冠断面形の比較。A: KSNHM-F6-2の遊離歯唇側面線画と歯冠の基部から先端のほぼ中央付近における断面形。断面形の下方は唇側面で右が前側。B: HMG-1065の歯冠のほぼ中央部の断面形(櫻井ほか, 1999のFig. 5b)。原図は唇側面が上方であり前側が左であるが、比較しやすいようにするため、上下左右を反転させ、両方の断面図の方向を揃えて表示している。

歯骨の前方の歯は短い、後方に進むにしたがって大きく長くなっていく。左歯骨前部の歯の先端部分の欠失は、剖出時に欠けた可能性が高い。左歯骨の最後部の母岩裏側には、更に1本の歯冠が保存されているが、剖出が完全では無いため、詳細な記載はできない。

Tanimoto (2008)におけるKSNHM-F6-2の追加材料は、岩盤上のレリーフ状に剖出された歯列と異なり、舌側・唇側ともに完全に剖出されている。しかし、残念ながらこの追加材料の歯冠部分の保存状態は非常に悪い。遊離した1点の歯冠も、その追加材料に含まれるが、これに関しては歯冠の舌側・唇側両面の保存状態が比較的良好である(図6)。これらの追加材料については、右歯骨についてはTanimoto (2008, fig. 2)において唇側面・舌側面・咬合面の3面が、遊離歯については唇側面・舌側面・前側面の3面からの写真が示されている。

今回は、この遊離歯の歯冠部の断面形状を知るために、その歯冠部をシリコンで型取りし、型取りしたシリコンを切断するという方法で断面形を得た。遊離歯の断面形は、櫻井ほか(1999, Fig. 5)において図示されたのと同じように唇側面が平たく、舌側面の彎曲度が唇側面よりもいささか強い凸レンズ状であるが、KSNHM-F6-2の遊離歯の断面形は、HMG-1065の歯冠断面よりも明らかに薄い凸レンズ状を呈する(図7)。

この遊離歯は、全体的な形状はKSNHM-F6-2におけるその他の歯冠と特徴がほぼ一致するが、歯冠裝飾がかなり異なるという特殊性を有する。具体的には、この1点の遊離歯以外では、歯冠には小面もしくはそれに類した裝飾が認められるが、この遊離歯においては、歯冠裝飾が顕著では無く、比較的滑らかな表面となっている。そのため、この遊離歯が別の標本の歯という可能性も生じるが、歯冠表面の滑らかさの中に、小面に近似した歯冠の変化も見られる(特に図6及び図7の唇側面線画参照)。

なお母岩上の右上顎骨の歯列の最前部に見える歯冠表面は無裝飾であるが、この歯については表面のエナメル質の欠失による見かけだけの無裝飾である(図4B)。この歯冠の先端部と見られる印痕が、左上顎骨の前部に残されている。

基本的に岩盤上の歯については、側面からのみの観察しかできない。これは酸処理および物理的抽出作業が困難なためであり、歯や骨の表面の保存状態の悪さにも起因する。しかし、その中の2点の歯については、舌側・唇側両面の観察が多少できる。すなわち左歯骨の後部の歯において、歯冠最先端部のみであ

るが舌側・唇側両面の形状が観察可能である。また左上顎骨で保存されている中で最も後部の縁辺歯（歯冠部が残されている歯の前から5番目に保存されている歯）は、歯冠に近い部位のカリナや舌側面の歯冠の膨らみ等が若干観察可能であり、何れも舌側面が唇側面よりもわずかに膨らみがあることが確認できる。

母岩裏側に1点だけ剖出されている歯冠は、その位置関係から右上顎骨の歯の唯一の舌側面を示す（図4C）。唇側面とあまり違いの無い小面状の装飾を持った歯冠で、舌側面の断面の膨らみは唇側面よりも幾分強いが、顕著では無い。注目すべきは歯冠先端の形状で、歯冠先端は尖らず、摩耗欠損しているように見える。ただし、先端部がまだマトリックス中に埋没している



図8. KSNHM-F6-2の図1eで示した小岩片中の歯冠断面図。モササウルス類の歯冠としては薄い凸レンズ状だが、歯冠のどの辺りの部位かは不明。スケールは1mm。

可能性もあるので、今後の更なる剖出作業が必要である。前述の歯冠の膨らみがそれ程顕著でないのも、歯冠舌側面の剖出が不完全であるための見かけによるものかもしれない。上記のように、KSNHM-F6-2の歯冠先端部のほとんどは剖出の過程で破損した可能性が高いことを示す新鮮な破損面を呈するため、歯冠先端形状について現状では議論は望めない。

上述のように、1点の遊離歯を除いて、KSNHM-F6-2の歯冠表面には唇側舌側両面共に、明瞭な小面状の装飾が存在することが強く示唆される。遊離歯も含めて、舌側面は唇側面よりもふくらみが強いが、歯冠の断面形状比較においてHMG-1065ほどの強い凸レンズ状は示さない。このようなあまり強くない凸レンズ状の断面形は小岩片の歯冠断面形においても同様である（図8）。ただし、この小岩片の歯冠断面は、歯冠基部に近いか先端に近いか等の情報が無いため、詳細な比較材料とすることはできない。KSNHM-F6-2の全標本の歯冠上のカリナを肉眼で観察した限りでは、近心・遠心方向のカリナ上の何れにも鋸歯は認められない。

## 考 察

HMG-1065については櫻井ほか（1999）によれば、小面の数は舌側面に8、唇側面に7数えられる。この小面の数はKSNHM-F6-2と矛盾するものではない。HMG-1065とKSNHM-F6-2の歯冠上のカリナは、何れも近心・遠心両面に認められる。HMG-1065の歯冠のカリナに鋸歯の有無は記述されていないが、むかわ町立穂別博物館作成の歯の標本のレプリカを観察した限りでは鋸歯は認められない。KSNHM-F6-2の歯冠上のカリナにも鋸歯は認められない。なおHMG-1065の歯冠はKSNHM-F6-2のどの歯冠よりも一回り以上大きく、HMG-1065がKSNHM-F6-2よりも大きな個体であったことを示唆している。

和泉層群では、モササウルス類の完全な骨格が発見されたことは無く、そのほとんどは不完全な骨片や歯の断片である。そのような状況の中で、縁辺歯の化石はモササウルス類の歯冠の多様性という特徴の結果、歯1点だけであっても長頸竜類等の爬虫類の歯と異なり、亜科や属レベルで、それなりの分類学的な意義を有していることが多いため、慎重かつ詳細な歯化石の検討は、和泉層群における貧弱なモササウル

ス類の化石産出状況の中で、乏しい産出化石を補う要素となるだろう。

この認識を前提とし、KSNHM-F6-2のように個々の歯の萌出部位による形態変化を把握しておくことは、断片的な歯の産出の場合でもその歯の萌出部位の推定の上で、大きな手掛かりを与えることになる。HMG-1065の歯は、1点の縁辺歯のみであるのに対して、KSNHM-F6-2では、1個体の標本における上下の顎における歯冠形態や歯冠装飾等の変化を、不完全な歯列ではあるが、概ね観察できる。そのため、たとえ個々の歯の保存状態が不満足なものであっても重要な基礎資料となる。

具体的に一例を挙げれば、大阪府側で見つかったモササウルス類の歯の化石で KSNHM-F6-2 類似のものでは、歯冠の高さが様々だが、この特徴は同一個体中に見出すことができる部位による異歯性によることも考えられる。そのため、歯冠の外形の違いのみから種の違いを議論することはできないということになる。

一方、KSNHM-F6-2の歯冠断面形はHMG-1065よりも薄い凸レンズ状であるが、この特徴も一個体の歯列上において変化があるのかどうかは、母岩中に入っている歯の立体的な形態の考察によって明らかになるだろう。穂別の標本と兼割の標本とのサイズの違いを考慮すると、成長段階に伴う歯冠の厚みの変化という見方も可能である。遊離歯における歯冠の断面形が厚い凸レンズ状か薄い凸レンズ状かという特徴は、今後の証拠の積み重ねと議論によって明らかになる部分が大いと思われる。

KSNHM-F6-2の骨や歯根部の保存状態は非常に悪く、母岩との見分けが付きにくい状態である。このような状況の打開策として、今後CTスキャンのような非破壊的な方法によって内部の保存状態の把握をしたうえで、割出可能な部位の見極めなどの適切な処置を行うことが望ましい。また酸処理の困難な標本の割出において有効性が認められつつあるボロン法による標本割出（例えば野田・金，2004）も有効かもしれない。

## 謝 辞

むかわ町立穂別博物館学芸員櫻井和彦氏からはHMG-1065の歯のレプリカを提供していただいた。きしわだ自然資料館専門員渡辺典氏と学芸員平田慎一郎氏にはKSNHM-F6-2の観察において便宜を賜った。小西卓哉氏（University of Cincinnati）には原稿を査読していただいた。谷本由美氏には、挿絵の作成においてご協力いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- 市原 実・市川浩一郎・山田直利, 1986. 岸和田地域の地質 148pp. 地質調査所, 茨城
- 菊池一輝・小竹信宏, 2013. 徳島県北部島田層に分布する和泉層群板東谷層の地質と生痕化石 *Archaeozostera* の産出層準の堆積環境 地質学雑誌, 119: 613-629.
- Konishi, T., Tanimoto, M., Caldwell, M.W. & Kanazawa, Y., 2010. Re-examination of a small mosasaur specimen from the Upper Campanian Izumi Group, Western Japan. *Third Mosasaur Meeting, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 18-22 May 2010 Schedule Abstracts Field Trip*, 10.
- Leblanc, A.R.H., Caldwell, M. W. & Bardet, N. 2012. A new mosasaurine from the Maastrichtian (Upper Cretaceous) phosphates of Morocco and its implications for mosasaurine systematics. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 32: 82-104.
- Morozumi, Y., Late Cretaceous (Campanian and Maastrichtian) ammonites from Awaji Island, South-West Japan. *Bulletin of Osaka Museum of Natural History*, 39: 1-58.
- 両角芳郎, 1991. 和泉層群の化石. 30pp. 徳島県立博物館, 徳島.
- Nicholls, E. L. & Meckert, D., 2002. Marine reptiles from the Nanaimo Group (Upper Cretaceous) of Vancouver Island. *Canadian Journal of Earth Science*, 39(11): 1591-1603.
- 野田 篤・利光誠一・栗原敏之・岩野英樹, 2010. 愛媛県新居浜地域における和泉層群の層序と堆積年代 地質学雑誌, 116: 99-113.
- 野田芳和・金 幸生, 2004. ボロン法による恐竜卵化石のクリーニング. 福井県立恐竜博物館誌, 3: 39-45.
- 櫻井和彦・地徳 力・渋谷直憲, 1999. 北海道穂別町から産出した *Mosasaurus* (爬虫綱, モササウルス科) の一新種 穂別町立博物館研究報告, 15: 53-66.

- 須鎗和己・岩崎正夫・鈴木堯士（編），1991. 日本の地質 8 四国地方. 266pp. 共立出版株式会社, 東京.
- Tanimoto, M., 2005. Mosasaur remains from the Upper Cretaceous Izumi Group of southwest Japan. *Netherlands Journal of Geosciences*, 84, 373-378.
- Tanimoto, M., 2008. New material of *Kourisodon* sp. from Japan. *Proceedings of the Second Mosasaur Meeting, Fort Hays Studies, Special Issue*, 3: 156-158.
- Tanimoto, M., Shinzyo, T. & Sato M., 2013. Mosasaur diversity in the Izumi Group of the southwest Japan. *4th Triennial International Mosasaur Meeting May 20-25, 2013 Dallas, Texas Program and Abstracts*, 44-45.
- 谷本正浩, 2010. 金澤芳廣氏によって寄贈された小型モササウルス類化石. *Melange*, 9(5): 37.
- 谷本正浩・金澤芳廣, 2001. 香川県大川郡長尾町兼割の上部白亜系和泉層群よりモササウルス科（爬虫綱有鱗目）化石の発見. 日本古生物学会 2001 年年会講演予稿集, 190.
- 谷本正浩・金澤芳廣・佐藤政裕, 2004. 香川県さぬき市多和兼割で見つかった滄竜類 *Kourisodon* sp. 地学研究, 52: 221-225.
- 辻野泰之, 2004. 香川県さぬき市兼割に分布する上部白亜系和泉層群の岩相と化石動物群. 徳島県立博物館研究報告, 14: 1-13.