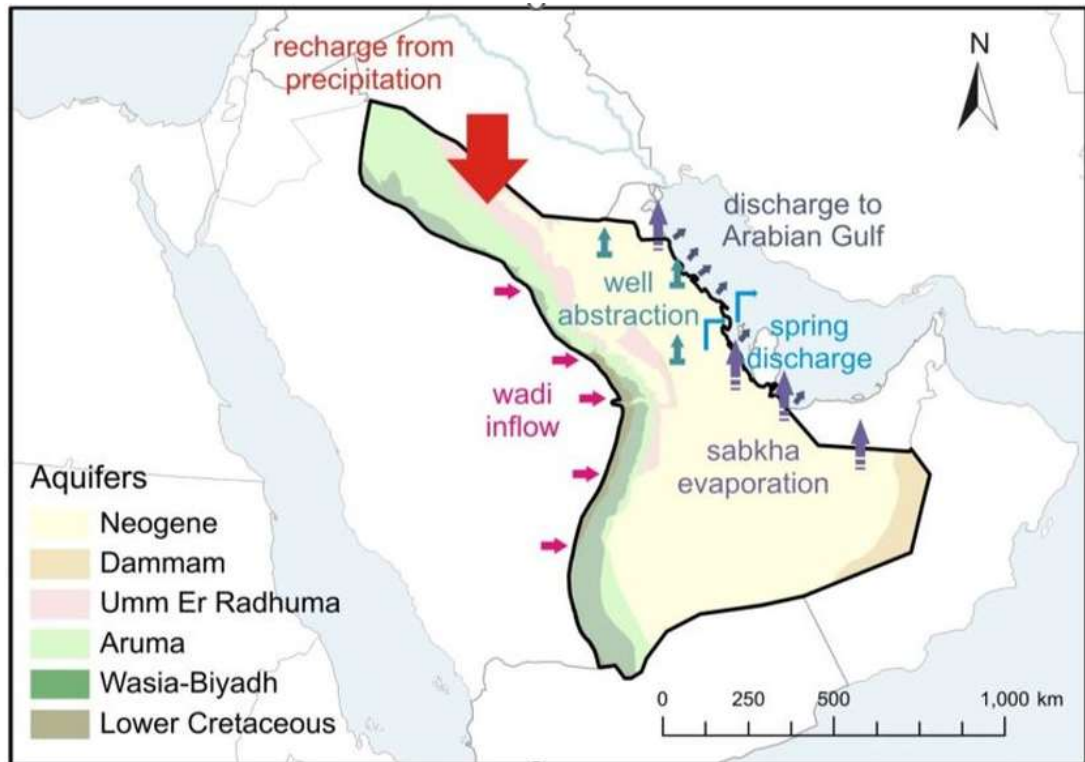


2. 深層地下水由来の水源による主要オアシス	2. Major oases fed by deep groundwater sources
<p>地層水または化石水に由来する水資源としては、深層地下水（地底湖、地底河川、掘り抜き井戸の原理により湧出する泉）が挙げられます。ここでは、それらの水資源を利用して形成された主要なオアシスについて取り上げます。</p>	<p>Formation water (also known as fossil water) is regarded as deep groundwater, typically emerging as springs through mechanisms of underground lakes, subterranean rivers, or artesian wells. In this section, major oases formed by utilization of these water sources are presented.</p>

2.1 アラビア台地上部巨大帯水層システム	2.1 Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform
-----------------------	---

<p>サウジアラビア(Saudi Arabia)で深層地下水（地層水又は化石水）由来の主要オアシスの水源は、潤れ谷スィルハーン・オアシス(Wadi As-Sirhan Osases)のディジイ帯水層(Disi aquifer)を除いて、すべてこの巨大帯水層システムを水源としています。その広さが約 1,860,000 km² で、世界最大級の帯水層システムの一つを形成しています。これは、不完全に水力的に相互につながっている複数の岩盤帯水層（砂岩帯水層とカルスト化石灰岩帯水層）によって構成されています。</p>	<p>All of major oases in Saudi Arabia, which are derived from deep groundwater (geochemical water or fossil water), except for Disi aquifer in Wadi Sirhan Oases, originate from this huge aquifer system.</p> <p>With an extent of ~1,860,000 km², Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform forms one of the largest aquifer systems of the world. It is built up by several bedrock aquifers (sandstone and karstified limestone aquifers), which are imperfectly hydraulically connected to each other.</p>
<p>主要な帯水層は、ワシア・ビヤド砂岩帯水層(Wasia-Biyadh sandstone aquifer)、およびカルスト化したウム・エル・ラドゥマおよびダンマン石灰岩帯水層(Umm Er Radhuma and Dammam limestone aquifers)です。貯留されている地下水は主に化石です。地下水の涵養は、地質学的に過去により湿潤な気候条件下で起こりました。良好な水質と高収量のため、帯水層は集中的に開発され、それが地下水資源の枯渇を引き起こしています。</p>	<p>Principal aquifers are Wasia-Biyadh sandstone aquifer, and Karstified Umm Er Radhuma and Dammam limestone aquifers. Stored groundwater is mainly fossil. Groundwater recharge took place in geologic past under more humid climatic conditions. Due to good water quality and high yield, those aquifers are intensively exploited, which has caused depletion of groundwater resources. Presented qualitative and semi-quantitative description of hydrogeology and groundwater budget is basis for integrated groundwater management of aquifer system.</p>



[Conceptual model of the Upper Mega Aquifer System in the Kingdom of Saudi Arabia](#)

2.2 サウジアラビア

2.2 Saudi Arabia

オアシス名	Oasis Name	Arabic Spelling	Aquifer	Region
ジョウフ	Jouf Oasis	الجوف	Saq-Ram	Jawf Province
ハーイル	Ha'il Oasis	حَائِل	Saq of Wasia-Biyadh-Aruma	Ha'il Province
カシーム	Qassim	القصيم	Wasia-Biyadh	Qassim Province
スィルハーン	Wadi As-Sirhan	وَادِي سِرْحَانَ	Disi aquifer	Jawf Province
ハルジュ	Al-Kharj Oasis	الخرج	Wasia and Aruma	Riyadh Province
アル＝ハサー	Al-Ahsa Oasis	الأحساء	Dammam, Neogene, Khobar and Umm Radhuma	Eastern Province
ライラ	Layla Oasis	ليلى	Wasia-Biyadh	Riyadh Province

現在では何れのオアシスでも農業用水確保のために大型のポンプで深層地下水が吸い上げたので、深層地下水からの湧水の水位が相当に下がってお

Nowadays, in all oases, deep groundwater is pumped up using large machines to secure water for agriculture, and the water level of springs from

り、掘り抜き井戸を除けば、深層地下水が地表で見られることは無くなりました。しかしながら、20 世紀半ば頃までは、豊かな湧水で地上の湖沼を作り出すことは稀ではありませんでした。例えば、ライラ・オアシスでは湖面を除く丘に多くの保養建築が立ち並んでいました。下の画像は当時の湖面と現在の湖沼跡です。

deep groundwater has dropped significantly, so that deep groundwater can no longer be seen on the surface except in artesian wells. However, until around the mid-20th century, it was not uncommon for abundant spring water to create lakes and ponds on the surface. For example, in Layla Oasis, many recreational buildings were built on the hills adjacent to those lakes. The image below shows a lake surface at that time, and the current remains of one of those former lakes.



https://www.researchgate.net/figure/A-picture-of-water-sport-formerly-possible-in-the-Layla-Lakes-in-central-Saudi-Arabia_fig2_257557409



A picture of water sport formerly possible in Layla Lakes in central Saudi Arabia.

<https://shvnjit.com/6-%e7%a0%82%e4%b8%98%e5%9c%b0%e5%b8%af%e7%8b%ac%e7%89%b9%e3%81%ae%e5%9c%b0%e5%bd%a2/>



One of remains of former lakes of Layla (Photographed by Takahashi)

2.3 アラブ首長国連邦	2.3 United Arab Emirates
--------------	--------------------------

オアシス名	Oasis Name	Arabic Spelling	Aquifer	Region
リーワーオアシス	Liwa Oasis	واحة ليوا	Liwa Quaternary	Abu Dhabi

<p>アラブ首長国連邦にはマサーフィー・オアシス (Masafi Oasis) (واحة مسافي) やアル＝アイン・オアシス (Al Ain Oasis) (واحة العين) 等の主要なオアシスがありますが、深層地下水 (geochemical water or fossil water) 由来の水源による主要オアシスは、見つけられませんでした。リーワーオアシス (Liwa Oasis) (واحة ليوا) の第四紀の浅い帯水層 (Liwa Quaternary Shallow Aquifer) は、生成されたのが 7000-5000 年前と若い地層ですが、涵養水の無いので、化石水と考えて、深層地下水 (地層水又は化石水) 由来の水源の一つとしました。</p>	<p>United Arab Emirates has major oases such as Masafi Oasis (واحة مسافي) and Al Ain Oasis (واحة العين), however no major oases with deep groundwater (geochemical water or fossil water) sources were found there. Quaternary Shallow Aquifer in Liwa Oasis (واحة ليوا) is a young stratum formed 5,000-7,000 years ago, but it might be a kind of fossil water since there is no recharged water. Therefore, Quaternary Shallow Aquifer is considered to be one of the sources of deep groundwater (geochemical water or fossil water).</p>
--	---



[Oasis at a Crossroads: Agriculture and Groundwater in Liwa, United Arab Emirates](#)

<p>UAE の西部と南部は、アラビア台地の上部巨大帯水層システム (Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform) と接しているので、は深層地下水由来の水源によるオアシスの存在は十分考えられます。</p>	<p>As Western and Southern United Arab Emirates are adjacent to Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform, it is quite possible that there are oases fed by deep groundwater sources.</p>
--	---

2.4 イエメン	2.4 Yemen
----------	-----------

オアシス名	Oasis Name	Arabic Spelling	Aquifer	Region / Emirate
サ'アダ盆地オアシス群	Sa'ada Basin Oases	واحات وادي حضرموت	Amran Group aquifer	Norther Middle of Yemen

<p>イエメンの主要オアシスとしては、シバーム (Shibam) (واحة شبام)やタリーム (Tarim) (واحة تريم)等の涸れ谷ハドラマウト・オアシス群 (Hadramaut Wadi Oases) (واحات وادي حضرموت)とサ'アダ盆地オアシス群 Sa'ada Basin Oases (واحات حوض صعدة)があります。涸れ谷ハドラマウト・オアシス群 (Hadramaut Wadi Oases) (واحات وادي حضرموت)は、この涸れ谷に堆積している第四紀沖積帯水層から地下水が供給されています。この第四紀沖積帯水層は、周囲の石灰岩大地から流れ込む水で涵養されているので化石水ではありません。一方、サ'アダ盆地オアシス群 (Sa'ada Basin Oases) (واحات حوض صعدة)は、イエメン中北部で発見される中期から後期ジュラ紀の石灰岩層であるアムラン層 (Amran Group aquifer)から深層地下水の供給を受けているので化石水由来のオアシス群です。</p>	<p>Main oases in Yemen are Hadramaut Wadi Oases (واحات وادي حضرموت), such as Shibam Oasis (واحة شبام) and Tarim Oasis (واحة تريم), and Sa'ada Basin Oases (واحات حوض صعدة). Hadramaut Wadi Oases (واحات وادي حضرموت) are supplied with groundwater from Quaternary alluvial aquifers deposited in these wadis. This Quaternary alluvial aquifer is not fossil water, as it is replenished by water flowing from the surrounding limestone complexes. On the other hand, Sa'ada Basin Oases (واحات حوض صعدة) are fossil water-derived oases, as they are supplied with deep groundwater from Amran Group aquifer, a limestone layer from Middle to Late Jurassic period found in north-central Yemen.</p>
<p>なお、イエメンの北東の国境地帯は、アラビア台地上部巨大帯水層システム (Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform)と接しているのでこの巨大帯水層由来のオアシスがある可能性は高いと思えます。実施にセシジャーの探検 (Wilfred Thesiger) 第二回空白地帯横断 (1948)の出発地となったマンワフ (Manwakh) (منوخ)やその隣部落のアル＝アブル (Al Abr) (العبر)にはそのような水井戸があります。</p>	<p>In addition, Northeastern Yemen borders Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform, so there is a high possibility that there are oases derived from this mega aquifer. In fact, there are such water wells in Manwakh (منوخ), the starting point of Wilfred Thesiger's second crossing of Rub' al Khali Desert (الربع الخالي) in 1948, and in the neighboring village of Al Abr (العبر).</p>

2.5 オマーン	2.5 Oman
----------	----------

オアシス名	Oasis Name	Arabic Spelling	Aquifer	Region / Emirate
ブライミー	Al Buraimi Oasis	واحة البريمي	(shallow aquifer)	Oman
ニズワー	Nizwa Oasis	واحة نزوى	Wadi Al-Abyadh alluvial aquifer	Oman
バフラー	Bahla Oasis	واحة بهلاء	(a network of aflaj)	Oman
イズキー	Izki Oasis	إزكي واحة	(a network of aflaj)	Oman
サララ内陸	Salalah Hinterland	واحة صلالة الداخلية	Salalah coastal aquifer	Oman

<p>オマーンの主要オアシスとしてはブライミー・オアシス(Al Buraimi Oasis) (واحة البريمي)、ニズワー・オアシス(Nizwa Oasis) (واحة نزوى)、バフラー・オアシス(Bahla Oasis) (واحة بهلاء)、イズキー・オアシス(Izki Oasis) (إزكي واحة)、サララ内陸オアシス(Salalah Hinterland Oases) (واحة صلالة الداخلية)等がありますが、オマーンの帯水層は、周囲の山岳地帯からの水の供給がり、地下水が涵養される沖積帯水層(Alluvial Aquifers)が主力で、一部にウム・アル＝ラドゥマ システム(Umm al-Radhuma systems)からの化石水の供給があるものの、深層地下水由来の水源によるオアシスと定義するには、少し無理な感じもします。但し、オマーンの西側は、アラビア台地の上部巨大帯水層システム(Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform)と接しているので、深層地下水由来の水源によるオアシスが存在します。例えば、「伝説の失われた都市」ウバー(Ubar) (وبار)は、深層地下水によって作られて鍾乳洞の中から発見されて居ます。</p>	<p>Main oases in Oman are Al Buraimi Oasis (واحة البريمي), Nizwa Oasis (واحة نزوى), Bahla Oasis (واحة نزوى), Izki Oasis (إزكي واحة), Salalah Hinterland Oases (واحة صلالة الداخلية), etc., however Oman's aquifers are mainly alluvial aquifers that receive water from the surrounding mountainous areas and are recharged as groundwater. Although some of the aquifers receive fossil water from Umm al-Radhuma systems, it seems a bit of a stretch to define as the oases with a water source derived from deep groundwater.</p> <p>However, Western Oman borders Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform, so there are oases with water sources derived from deep groundwater. For example, the "legendary lost city" of Ubar (وبار) was discovered in a limestone cave, created by deep groundwater.</p>
---	---

2.6 カタール、バハレーンおよびクウェート	2.6 Qatar, Bahrain and Kuwait
-------------------------------	--------------------------------------

オアシス名	Oasis Name	Arabic Spelling	Aquifer	State / Emirate
マクフィア	Makhfia Oasis	واحة المخفيا	Marmarica Formation	Qatar 3,600 years ago

ラウザタイン	Al-Raudhatain Oasis	واحة الروضتين	Kuwait Group aquifer and Dammam Formation aquifer	Kuwait
ウンム・アル＝ ‘アイン	Umm Al-Aish Oasis	واحة أم العيش	Kuwait Group aquifer and Dammam Formation aquifer	Kuwait
ジャハラー	Al-Jahra (الجهراء) Oasis	واحة الجهراء	Kuwait Group aquifer and Dammam Formation aquifer	Kuwait

<p>この三国はいずれもアラビア台地上部巨大帯水層システム(Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform)に含まれ、山岳地帯も無いのでオアシスが有れば、化石水由来の深層帯水層からの水の供給を受けています。その他のオアシスの存在する可能性は、唯一クウェートに残る涸れ谷バーテン(Wadi al Batin) (وادي الباطن)の河床です。しかし、涸れ谷バーテンの河床がオアシス成っている事実はありません。また、バハレインには主要オアシスと呼べる様なオアシスの存在はありません。</p>	<p>All of those three countries are covered with Upper Mega Aquifer System on Arabian Platform and do not have mountainous areas, so whenever there are oases, they are supplied with water from deep aquifers derived from fossil water of this Upper Mega Aquifer System. The only other oasis that may exist is the riverbed of Wadi al Batin (وادي الباطن), the only one possibility remaining in Kuwait. However, there is no evidence that the riverbed of Wadi al Batin constitutes an oasis. Also, there is no any major oasis in Bahrain.</p>
--	--