

Issue 1 - Vol - 1 / May 2020



A Free online periodical

GEOSPHERE

A Geoscience activity by JIVIDHA, Pune

Editor : Dr. Shrikant Karlekar
Sub Editor : Rajiv Pandit (President – Jividha)
Office Address : 1303, Atre Bungalow, Lane No.8, Near Atre Hall,
Off Bajirao Road, Shukrwar Peth, Pune 411002
Website : jividha.org
Mobile : 9421019313

**Rock island at Om beach,
Gokarn Mahabaleshwar, Karnataka**
(Photo by : Shrikant Karlekar)





Index

Sr. No.	Chapter	Page No.
1	About Jividha	3
2	Preface	4
3	GEONEWS - Compiled by : Rajiv Pandit	5
4	GEO TOURISM - उल्काघाती विवर लोणार - राजीव पंडित	8
5	BIO GEOMORPHOLOGY वृक्षरेषा ,समुद्रसपाटीपासूनची उंची आणि अक्षवृत्ते - डॉ. संजीव नलावडे	11
6	GEOCONCEPT - Geological time scale - Dr. Shrikant Karlekar	14
7	GEOSCIENCE DAYS - २४ एप्रिलच्या पृथ्वी दिनाच्या निमित्ताने लेख पृथ्वी: एक विलक्षण आविष्कार - डॉ. श्रीकांत कार्लेकर	19
8	Earth Marvels - Compiled by Dr. Tushar Shitole	23



About Jividha

Jividha is a registered trust under Bombay public trust act (Maharashtra/38/2007) and society registration act (F23934Pune) working since 2007 in the area of environment education for human well-being with ecological sustainability, To build capacities of Indian citizens for conservation of endemic and native biodiversity through education is broad line of work of Jividha.

Jividha does lots of activities related to “Geo Sciences”. Once in every year Exhibition on occasion of “ International Earth Science Week” is offered by the organization for the masses. Topics such as Restless Earth, How Man used Stones, Mountain Ranges have been covered in last few years. The exhibition includes series of posters, models, films and lecture series. In Pune city around 10000 visitors visit these exhibitions along with the schools. Geological society UK has taken note of Jividha's earth science exhibitions as an important event of international earth science week.

Certificate course on “Introduction to Earth Sciences” is developed for all age group people. It is a comprehensive course to build perspective on various aspects of Geography, Geology and environment. The specialty of this course is within short span participants learn various aspects like Basic concepts in Geology, Surface Water, Oceanography, Ground Water, Climatology, Soils, Biogeography, Geological Time Period, Weather, Formation of earth etc. This holistic approach also included series of lectures, films and , field visits.



Preface

We would like to present, with great pleasure, the inaugural issue of a e - periodical , GEOSPHERE . It is being published by JIVIDHA, a Pune based NGO and is devoted to the spectrum of Earth Science news, concepts, ideas and issues, from theoretical aspects to application-dependent studies.

This monthly e-edition is designed to cater to all those interested in knowing the nature, scope and applications of Earth Sciences Its mission is to become a basic learning platform for everyone interested in this branch of Sciences

The periodical intends to consider a variety of issues in Earth sciences under major sections such as, Geonews, Geoconcepts, Geoheritage, Geotourism, Earth marvels and applied geosciences in a simple language. Scientifically accurate information about all Earth science issues is generally not available easily or is present in text and reference books, research journals or scientific reports.

A common man often finds it difficult to understand these books and scientific publications which are full of unfamiliar jargons and complex time scales.

The intention of GEOSPHERE is to bring this vast knowledge about our Earth to the notice of all those interested including students and Earth lovers, in simple format.

The articles included in this edition exemplify the exciting news items in recent days, exploration of Geological time scale, significance of our Earth on the occasion of International Earth day, geotourism potential of Lonar meteor crater and the variation in tree lines world over alongwith enchanting photographs of a few geosites.

We hope that this fine collection of articles will be a valuable resource for GEOSPHERE readers and will satisfy and stimulate all those who wish to know more about our Earth.



GEONEWS

Compiled by : Rajiv Pandit

1. Arctic observes alarming levels of ozone depletion

(02 May 2020 India Blooms News Service)

Depletion of the ozone layer, the shield that protects life on Earth from harmful levels of ultraviolet radiation, reached an unprecedented level over large parts of the Arctic this spring, World Meteorological Organisation said on Saturday. The communique attributed this enhanced ozone depletion to the continued presence of ozone-depleting substances in the atmosphere and a very cold winter in the stratosphere (the layer of the atmosphere between around 10 km and round 50 km altitude).

2. Tectonic plates started shifting earlier than previously thought

(April 22, 2020 Harvard University)

Researchers detect some of the earliest evidence for modern-like plate motion. Scientists examining rocks older than 3 billion years discovered that the Earth's tectonic plates move around today much as they did between 2 and 4 billion years ago. The findings suggest that the continents settled into place and sustained life much earlier than previously thought, and give insights into plate tectonics on other planets. A research team led by Harvard researchers looked for clues in ancient rocks (older than 3 billion years) from Australia and South Africa, and found that these plates were moving at least 3.2 billion years ago on the early Earth. In a portion of the Pilbra Craton in Western Australia, one of the oldest pieces of the Earth's crust,



scientists found a latitudinal drift of about 2.5 centimeters a year, and dated the motion to 3.2 billion years ago.

3. Origins of Earth's magnetic field remain a mystery

(April 8, 2020, Massachusetts Institute of Technology)

The existence of a magnetic field beyond 3.5 billion years ago is still up for debate. The existence of a magnetic field beyond 3.5 billion years ago is still up for debate. Microscopic minerals excavated from an ancient outcrop of Jack Hills, in Western Australia, have been the subject of intense geological study, as they seem to bear traces of the Earth's magnetic field reaching as far back as 4.2 billion years ago. That's almost 1 billion years earlier than when the magnetic field was previously thought to originate, and nearly back to the time when the planet itself was formed.

4. Ocean acidification prediction now possible years in advance

(University of Colorado at Boulder)

Researchers at Colorado University Boulder have developed a method that could enable scientists to accurately forecast ocean acidity up to five years in advance. This would enable fisheries and communities that depend on seafood negatively affected by ocean acidification to adapt to changing conditions in real time, improving economic and food security in the next few decades.

"We've taken a climate model and run it like you would have a weather forecast, essentially—and the model included ocean chemistry, which is extremely novel," said Riley Brady, lead author of the study, and a doctoral candidate in the Department



of Atmospheric and Oceanic Sciences.

5. Geologists determine early Earth was a 'water world' by studying exposed ocean crust (March 2, 2020, Iowa State University)

Geologists have studied exposed, 3.2-billion-year-old ocean crust in Australia and used that rock data to build a quantitative, inverse model of ancient seawater. The model indicates the early Earth could have been a 'water world' with submerged continents. The Earth of 3.2 billion years ago was a "water world" of submerged continents, geologists say after analyzing oxygen isotope data from ancient ocean crust that's now exposed on land in Australia. And that could have major implications on the origin of life.

"An early Earth without emergent continents may have resembled a 'water world,' providing an important environmental constraint on the origin and evolution of life on Earth as well as its possible existence elsewhere," geologists Benjamin Johnson and Boswell Wing wrote in a paper just published online by the journal *Nature Geoscience*.

GEO TOURISM

उल्काघाती विवर लोणार - राजीव पंडित

लोणार सरोवराला पहिली भेट मी साधारण १० वर्षापूर्वी दिली. पुण्यातील निसर्गसेवक या संस्थेने ही ट्रिप आयोजित केली होती व प्रा. प्र. के. घाणेकर सर मार्गदर्शक म्हणून सोबत येणार असल्याने मी ती संधी सोडली नाही. त्यानंतर चार - पाच वेळा मी ग्रुप घेऊन हा नैसर्गिक अविष्कार दाखवायला घेऊन गेलो. पहिल्या ट्रिपच्या वेळी घाणेकर सरांनी प्राचार्य सुधाकर बुकदाणे यांची ओळख करून दिली. या मागास छोट्या गावातील या सरांनी लोणार सरोवर वाचवणे हे त्यांच्या जीवनाचे उद्दीष्ट बनवले आहे. यासाठी त्यांनी लोणारची शास्त्रीय माहिती जमा केली आहे. अगदी नासाचे संशोधक येथे अभ्यास करायला आले होते तेव्हा बुकदाणे सर त्यांच्या मोहिमेत सहभागी झाले होते.





लोणार तालुका विदर्भातील बुलढाणा जिल्ह्यात आहे. अहमदनगर - औरंगाबाद - जालना - सिंदखेडराजा - सुलतानपुर - लोणार असा हा प्रवास आहे. पुणे ते लोणार हा ४०१ किमी चा प्रवास पडतो. रेल्वे ने जाणे गैरसोईचे ठरते.

लोणार सरोवराची निर्मिती हा मोलाचा वैज्ञानिक ठेवा आहे. अवकाशातून पृथ्वीच्या वातावरणात अंतराळातून अनेक खडक येत असतात. वातावरणात प्रवेश करतांना पूर्ण जळून जातात त्यांना उल्का (meteoroid) म्हणतात. यांनाच रात्रीच्या आंधारात दिसणारे ज्याला आपण "तारे पडले" म्हणतो. जर त्या तुकड्याचा भाग पुर्णपणे न जळता पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आदळला तर तीला अशनी म्हणतात.

साधारण ५०,००० ते ६०,००० वर्षांपूर्वी एक अशनी या परिसरात आदळली. या दणक्याने भूपृष्ठावर एक प्रचंड आकाराचा खड्डा निर्माण झाला. ही अशनीचे अवशेष अजूनही संशोधकांना मिळाले नसले तरी आदमासे २टन वजनाची व १६४ ते १६८ फुट व्यासाची ही अशनी असावी. यातून १.८ किमी व्यासाचा व १५० मीटर खोलीचा खळगा तयार झाला. गेल्या हजारो वर्षांच्या पावसाचे पाणी या खळग्यात साठून तेथे सरोवर तयार झाले. या विवराच्या कडेपासून तळाकडे उतरत जाणारा पृष्ठभाग २५° ते ३०° चा उतार कोन करून आहे. या उतारावरून आपण तळ्याच्या पाण्यापर्यंत जाऊ शकतो. खाली पाण्याच्या भोवती असलेल्या मार्गावर प्राचीन काळी मंदिरे बांधली गेली.

लोणार च्या या वैशिष्ट्यपूर्ण आकारामुळे सुरवातीला संशोधकांना हे सरोवर ज्वालामुखीच्या उद्रेकामुळे झाले असावे असे वाटत होते. पण नंतरच्या संशोधनातून हा खळगा अशनीमुळे झाला असे मानले जाते. खळग्याचा अंडाकृती आकार, आजूबाजूच्या पृष्ठभागापेक्षा खळग्याची उंचावलेली कड आणि परिसरातील खडक व खनिजांच्या गुणधर्मात पडलेला फरक पडला आहे. असे फक्त अतिवेगवान वस्तूच्या आघातामुळेच होऊ शकते. त्यामुळे सरोवराची निर्मिती उल्केमुळे झाली यावर शिक्कामोर्तब झाले आहे. यामुळे हा खळगा अशनीमुळेच पडला आहे यावर शिक्कामोर्तब झाले. नासाच्या शास्त्रज्ञांनी सांगितले आहे की मंगळ- चंद्र यांचा अभ्यास लोणार विवराच्या अभ्यासावरून सोपा जातो.

या खळग्यात दरवर्षी पावसाचे पाणी पडते. आजूबाजूच्या प्रदेशातून क्षार विरघळून पाण्यासोबत तळ्यात येतात. येथे



उन्हाळ्यात कडक उन पडते. त्यामुळे पावसाळ्यात जमा होणाऱ्या पाहण्यापेक्षा जास्त पाण्याचे उन्हात बाष्पीभवन होते, पण क्षार तळ्यातच राहतात. हजारो वर्षांपासून हे घडत आल्याने लोणार सरोवराच्या पाण्याचा सामू म्हणजे आम्लता (ph) १०-१५ इतका वाढला आहे. जैविकदृष्ट्या ही वैशिष्ट्यपूर्ण परिस्थिती आहे.

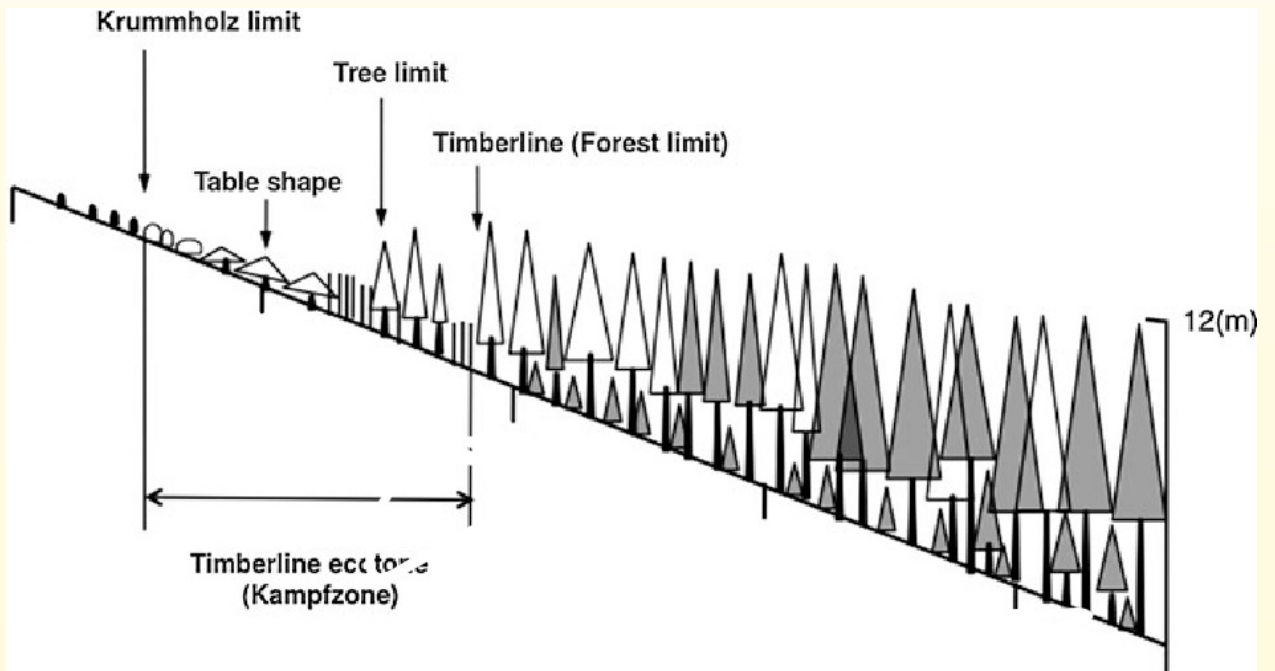
जैवविविधतेने समृद्ध असे हे तळे असल्याने ८ जून २००० साली लोणार विवर अभयारण्य म्हणून घोषित करण्यात आले. भरपूर प्रथिने असणारे स्पायरुलिना नावाचे शेवाळे या तळ्यात वाढते. अनेक प्रकारचे पक्षी, सरपटणारे प्राणी, सस्तनप्राणी व कीटक प्रजातींची नोंद या परिसरात करण्यात आली आहे.

गावातील सांडपाणी वाहून या तलावात जाते आहे. या पाण्याने तळ्यातील पाण्याची पातळी वाढली आहे. सरोवरा भोवती लोक शेती करतात. पिकांवर फवारणी केलेली रासायनिक पदार्थ पाण्यात जात आहेत. याचा वाईट परिणाम तळ्यातील वैशिष्ट्यपूर्ण जीवसृष्टीवर होतो आहे. अशनीच्या आघातामुळे तयार झालेले बसाल्ट खडकातील हे एकुलते एक विवर आहे. येथे उत्तम सुविधा असलेले पर्यटनस्थळ विकसित होऊ शकते. येथील जैवविविधतेचा शास्त्रीय अभ्यास तज्ज्ञांनी करणे गरजेचे आहे. या उलट दुर्लक्षित राहून अनेक धोक्यांनी वेढले जाऊन हे नैसर्गिक वारसास्थळ त्याचे वैशिष्ट्य गमवून नष्ट होण्याच्या धोका आहे. २००१ साली लोणार सरोवराला राष्ट्रीय भूशास्त्रीय स्मारकाचा दर्जा GSI तर्फे देण्यात आला आहे.

BIO GEOMORPHOLOGY

वृक्षरेषा ,समुद्रसपाटीपासूनची उंची आणि अक्षवृत्ते - डॉ. संजीव नलावडे

उंच पर्वतांत तसेच उच्च अक्षांश प्रदेशात एका ठराविक उंची नंतर किंवा ठराविक अक्षवृत्ता नंतर वृक्ष आढळून येत नाहीत किंवा वाढू शकत नाहीत. अशा उंचीला किंवा अक्षवृत्ताला वृक्षरेषा (**Tree-line**) अशी संज्ञा आहे. थोडक्यात काय तर वृक्ष वाढीची ही अंतिम उंची-मर्यादा (किंवा अक्षवृत्त-मर्यादा) आहे. हिमालय, आल्प्स, रॉकीज या सारख्या उंच पर्वतांतच वृक्षरेषा आढळत असून त्या पर्वतांतील स्थानिक परिस्थितीनुसार त्या कमी अधिक उंचीवर आहेत. वृक्षरेषेच्या खालच्या उंचीवर वृक्ष बहुधा ताठ व सरळ वाढतात. जसजशी वृक्षरेषा जवळ येऊ लागते तसतसे वृक्ष; वाढ खुंटल्याने, अधिक बुटके आणि वाऱ्याच्या प्रभावाने विरूपित-वेडेवाकडे वाढलेले असे दिसू लागतात. अगदी वृक्षरेषेजवळ किंवा त्याच्या थोडे खाली, काही वृक्ष तर जमिनीसमांतर, आडवे, भूशायी असे वाढतात. या वाढीचे स्वरूप एखादी हिरवी चटई पसरवी तसे दिसते. या प्रकारच्या वृक्ष-



चटईला 'क्रमोल्झ' (Krummholz) असे नाव आहे. वृक्षरेषेच्या वरच्या प्रदेशात जोरदार अतिथंड वारे, सतत शून्याखाली असणारे तापमान, हिमन परिणाम (Frost impact), आणि जमिनीवर बर्फाच्या थराचे आवरण याचा संयुक्त परिणाम म्हणून



वृक्षांची वाढ किंवा त्यांचे उपनिवेशन/वसाहतीकरण (Tree colonization) होऊ शकत नाही.या प्रकारच्या हवामानाला 'अल्पाईन हवामान' म्हणतात.

एखाद्या पर्वतात किती उंचीवर वृक्षरेषा असते हे त्या प्रदेशाचे भौगोलिक स्थान,तेथील स्थानिक हवामान, मृदा स्थिती,उताराची दिशा इत्यादी घटकांवर अवलंबून असते. वृक्षरेषा;उष्णकटिबंधीय प्रदेशात ज्या उंचीवर आढळते त्यापेक्षा ती समशीतोष्ण प्रदेशात कमी उंचीवर आढळते. एखाद्या पर्वताचा एक उतार जास्त प्रकाशित आणि दुसरा उतार कमी प्रकाशित व अधिक सावलीचा म्हणजेच छायेचा असल्यास, प्रकाशित उतारावरील वृक्षरेषा अधिक उंचीवर तर छायांकित उतारावरील वृक्षरेषा कमी उंचीवर असते.जर पर्वताचा एखादा उतार जोरदार वाऱ्यापासून संरक्षित असेल तसेच सूर्याची किरणे या उतारावर जास्तीत जास्त वेळ पडत असतील तर अशा उतारावरील वृक्षरेषा अधिक उंचीवर असेल. बऱ्याचदा वृक्षरेषा ही एक अकस्मात संपणारी ठळक रेषा नसून काही शे मीटर रुंदीचा एक संक्रमण पट्टा किंवा क्षेत्र असते. हे क्षेत्र वनरेषा आणि अल्पाईन क्षेत्र यांच्या दरम्यानचे 'बफर क्षेत्र' म्हणून काम करते.

पर्वत प्रदेशात उंचीनुसार असणाऱ्या वृक्षरेषेस 'अल्पाईन वृक्षरेषा'(Alpine tree line) म्हणतात. तर विषुववृत्ताकडून ध्रुव प्रदेशाकडे जाताना असणाऱ्या वृक्ष रेषेस 'आर्क्टिक वृक्षरेषा' (Arctic tree line) म्हणतात. जगातील काही प्रमुख पर्वत व त्या मधील अल्पाईन वृक्षरेषांची उंची पुढील प्रमाणे: मॉॅंट किलीमांजारो (विषुववृत्तावरील पर्वत): ३१०० मी.,हिमालय: ४२०० मी.' एन्डीज पर्वत(पेरू-पूर्व उतार): ३९०० मी., रॉकीज पर्वत(अमेरिका):३६५० मी.,स्विस आल्प्स: २२०० मी.,स्कॅन्डीनेवियन पर्वत रांगा(नॉर्वे-स्वीडन): ५००-६५० मी. बहुतेक सर्व 'आर्क्टिक वृक्षरेषा' ६०° ते ७०° उत्तर अक्षवृत्तांच्या दरम्यान आहेत.

वृक्षरेषा ओलांडल्यावर हिमरेषेपर्यंत(Snow-line) बुटकी झुडपे,शाक,गवत यांनी युक्त वनस्पती जीवन असते.यात ऱ्होडोडेन्ड्रोन सारख्या वनस्पतींचे प्राबल्य असते.अशा वनस्पती पट्ट्याला अल्पाईन झुडपी रान (Alpine scrub) असे नाव आहे.हा पट्टा संपला कि हिमरेषेस सुरवात होते. हिमरेषेच्या वरच्या उंचीवर मात्र सर्वत्र कायमस्वरूपी बर्फ असते.

काही तज्ञ वृक्षरेषा आणि वनरेषा यात भेद करतात. त्यांच्या मते वनरेषा (Timber line or Forest line) म्हणजे



पर्वतातील अशी उंची कि ज्या उंचीपर्यंत वनांचे अस्तित्व असते आणि ज्या उंची नंतर (किंवा विषुववृत्ता कडून ध्रुवाकडे जाताना असे अक्षवृत्त कि ज्या अक्षवृत्तानंतर) वनांचे असणे थांबते ,म्हणजेच वृक्ष एकमेकांना चिकटून,गर्दीने वाढताना आढळत नाहीत.मात्र वनरेषेच्या वर वा तिच्या पलीकडे एकटी-दुकटी झाडे-वृक्ष मात्र वाढताना दिसून येतात. ही झाडे जेथपर्यंत वाढताना आढळतात ती वृक्षरेषा होय. थोडक्यात काय तर वनरेषा वृक्ष रेषेच्या खालच्या पातळीवर(उंचीच्या संदर्भात) किंवा दुसऱ्या भाषेत वृक्षरेषा वनरेषेच्या वरच्या पातळीवर असते.

थोडक्यात असे म्हणता येईल कि वृक्षरेषा,वनरेषा,अल्पाईन झुडपी रान यांवर समुद्रसपाटीपासूनची उंची, विषुववृत्तापासूनचे अंतर/अक्षवृत्त,समुद्रापासूनचे अंतर,पर्वत उताराचे सूर्यकिरणांशी असणारे नाते अशा अनेक घटकांचा परिणाम होत असतो. हवामान बदलाचा,विशेषतः तापमान वृद्धीचा वृक्षरेषेवर परिणाम होत असल्याचे आढळून आहे.हिमालयात तापमान वाढीचा कल असल्याने हिमालयातील वृक्षरेषा आता आहे त्यापेक्षा आणखी उंच सरकणार असल्याचा अंदाज आहे.



GEOCONCEPT

Geological time scale

Dr. Shrikant Karlekar

One of the goals of the field of historical geology is to understand how the Earth has changed over time. Reconstructing Earth's history requires establishing sequence of events utilizing various methods of measuring geologic time. In the 19th century, geologists established a detailed sequence of Earth's history using observations of the relationships between rocks to determine their relative age. When you determine the relative age of a rock, instead of establishing its numerical age in years before the present, you are comparing its age to other rocks using words such as older or younger. For example, the rocks at the bottom of a Canyon are much older than the rocks at the top. Geology reconstructs the chronology of geological events that took place during the formation and development of the earth' crust and the life on it.

Relative chronology and methods of determination:

The basic historical documents by which the geologists know the history of the earth's crust are rocks and fossil remains of various animal and plant organisms. Hence, in the process of all geological investigations one of the main tasks consists in determining the age of rocks entering into the composition of the earth's crust.

For this a number of methods are employed. One of them is the stratigraphic (from the Latin 'stratum', layer) method, based on the study of the sequence of the

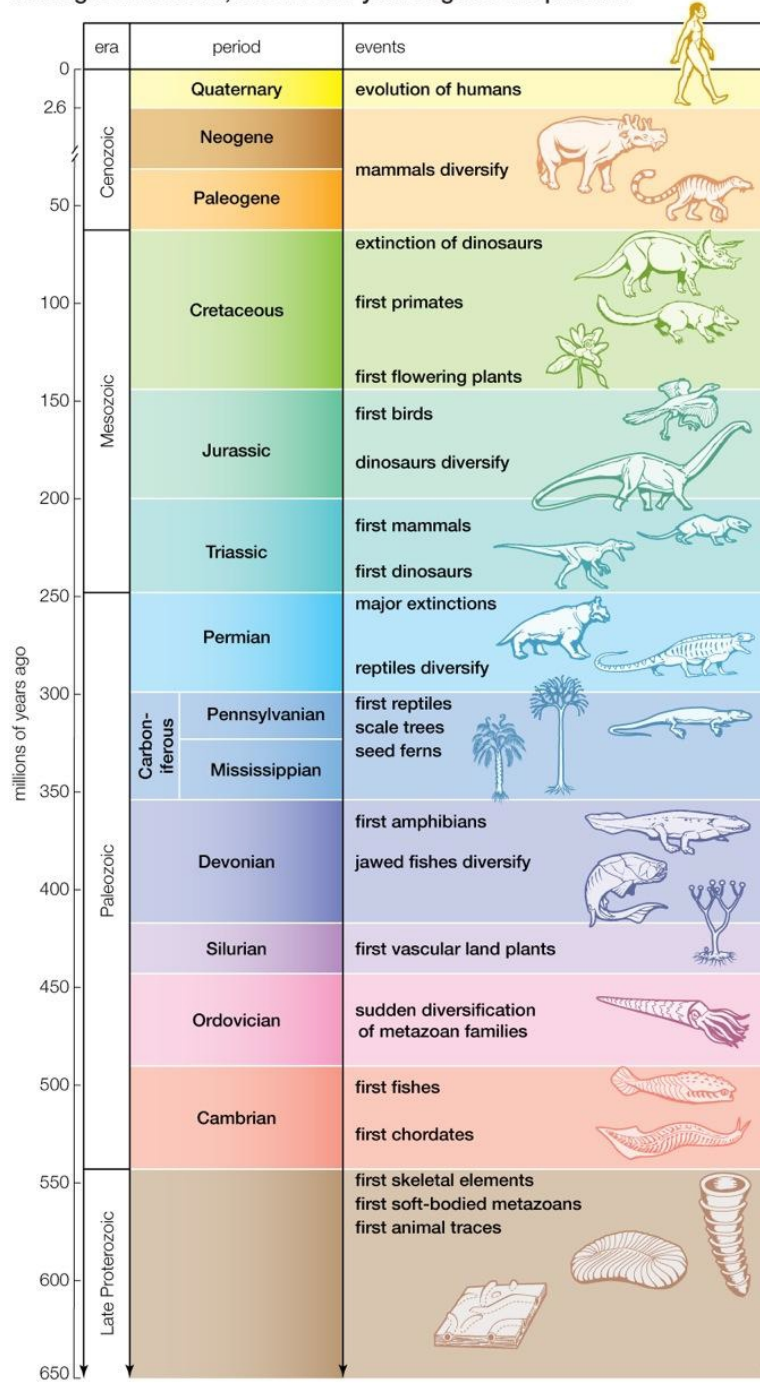


sedimentary stratification formed in sea basins or under continental conditions. For instance, If, at the coastal or river cliff, limestone is deposited at the bottom with clay coming on top of it, then there is every reason to believe that limestone was formed prior to clay and, consequently, is more ancient than the latter. Thus, with the help of the stratigraphic method geologists establish the relative age of rocks in a particular geological section within a comparatively small area. The other methods are lithologic, or petrographic methods, which are based on comparing rocks according to their composition.

The stratigraphic and the lithologic methods are supplemented by the paleontological method, consisting of the study of fossil remains of animals and plants that belonged to the past geological periods and are buried in rocks. The organic world in the course of geological history underwent considerable changes, which accounts for the fact that the layers of rocks of the same age contain similar fossil remains of the ancient organisms different from the organic remains in rocks of a different age.

To classify rocks according to age the significance is attributed only to those organisms which are characterized by a rapid evolution and their horizontal distribution. On the basis of the stratigraphic and paleontological methods the geologists and the paleontologists of many countries produced a unified stratigraphic scale, in which rocks are given in a particular order according to their relative age. This scale showed stratigraphic units of different age and their corresponding temporal geochronological subdivisions (duration is expressed in millions of years)

Geologic time scale, 650 million years ago to the present



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

determined by means of radiological methods.

These sub divisions are, 1. Aeon 2. Era 3. Period 4. Epoch and 5. Age

In the geological history of the Earth three aeons markedly different from one another are distinguished, the difference being confined to their corresponding rocks, fossil organisms and duration: (Fig.1.2)

(1) archean (from the Greek 'archaios', ancient)

(2) proterozoic (from the Greek 'proteros', fore)

(3) Phanerozoic (from the Greek 'phaneros', visible)

The whole very long period of geological time (> 3 500 million



years) and the complexes of rocks corresponding to the Archean and the Proterozoic eras are often brought together under the term Pre-Cambrian.

Further subdivision of aeons is possible, though not in all cases. This particularly concerns the Archean era due to considerable metamorphism of rocks corresponding to it, and it remains undivided up till now. The Proterozoic era is subdivided into the Early and the Late era. The Phanerozoic era is subdivided into three eras: (1) the Paleozoic era (from the Greek 'paleozoik', ancient) (2) the Mesozoic era (from the Greek 'inesos', middle) and (3) the Cenozoic era (from the Greek 'ainos', new). The names given to all aeons reflect the origin and the development of organic life. The beginning of life is associated with the earliest period of history of the development of the Earth, or with the Archean era, the original life with the Proterozoic era, the ancient life with the Paleozoic era, the mid life with the Mesozoic era, and the latest life with the Cenozoic era (Fig. 1.3)

The Paleozoic era falls into six periods (in ascending order) Cambrian, Ordovician, Silurian, Devonian, Carboniferous and Permian. In the Mesozoic era there are three periods: Triassic, Jurassic and Cretaceous. The Cenozoic era is also characterized by three periods: Paleogene, Neogene and Quaternary, or Anthropogene. The names of the periods were given with reference to the localities where the rocks (deposits) of the given system were first discovered and described (Cambrian, Devon, Perm, and Jurassic), or peculiar features of the deposits (e. g. Cretaceous and Carboniferous) or by the nationalities inhabiting particular territories (Ordovician and Silurian) or according to the character of inner subdivisions (Triassic -

three-fold.

Absolute Geochronology: The scale of relative geochronology reflects only the sequence and the change of eras and periods, but does not provide any data about

Fig.1.2 Geochronological (Stratigraphic) Table

Aeon	Era (group of systems) duration, mln years	Period (system), lower boundary, mln years	Duration of periods, mln years	Epoch (series)
Phanerozoic 570 ± 20 mln years	Cenozoic C 65 ± 3	Quaternary	1.8	
		Neogene	22	Pliocene Miocene
		23 ± 1		
	Paleogene	41	Oligocene Eocene Paleocene	
		65 ± 3		
	Mesozoic M 165 ± 10	Cretaceous	70	Late (Upper) Early (Lower)
		135 ± 10		
		Jurassic	55-60	Late (Upper) Middle (Mid) Early (Lower)
		195 ± 10		
		Triassic	40-45	Late (Upper) Middle (Mid) Early (lower)
	Paleozoic P (335 ± 25)	230 ± 10		
		Permian	50-60	Late (Upper) Early (Lower)
		280 ± 10		
		Carboniferous	50-60	Late (Upper) Middle (Mid) Early (Lower)
350 ± 10				
Devonian		60	Late (Upper) Middle (Mid) Early (Lower)	
405 ± 10				
Silurian	25-30	Late (Upper) Early (Lower)		
	435 ± 10			
	Ordovician	45-50	Late (Upper) Middle (Mid) Early (Lower)	
	480 ± 15			
Cambrian	90-100	Late (Upper) Middle (Mid) Early (Lower)		
	570 ± 20			
PROTEROZOIC PR	Late PR ₂			
2100 ± 100 mln years	Early PR ₁			
	2600 ± 100 mln years			
ARCHEAN	4000 mln years			

their duration in years. Hence, the necessity to have absolute geochronology most naturally arises, i.e. the determination of eras and periods in terms of their duration. For this methods like Radiological method based on the study of radioactive decay of atoms of chemical elements, Lead-uranium-and-thorium method, Argon or potassium argon method, Strontium Rubidium method are also

used.

The carbon dating is used to determine the absolute age of young anthropogenic deposits formed within the latest 10-30 thousand years. It is based on the radioactive decay of the carbon isotope C14, which is absorbed from the



GEOSCIENCE DAYS

२४ एप्रिलच्या पृथ्वी दिनाच्या निमित्ताने लेख

पृथ्वी: एक विलक्षण आविष्कार

डॉ. श्रीकांत कार्लेकर

आपल्या आकाशगंगेतील सगळे ग्रह आणि विश्वाच्या अफाट पसा-यातील इतर ग्रह आणि तारे या बदलचा अभ्यास दिवसेंदिवस वाढतो आहे. यातून लक्षात आलेली महत्वाची गोष्ट म्हणजे आपल्या पृथ्वीचं वेगळेपण आणि तिची अविद्यतीय लवचिकता (Resilience)! साडे चार अब्ज वर्षांपूर्वी पृथ्वीची उत्पत्ती झाली. त्यानंतरच्या काळांत अंतराळातून अनेक वेळा लक्षावधी लघुग्रहांचा पृथ्वीवर मारा झाला. अनेक घडामोडींनी आणि क्रिया प्रक्रियांनी पृथ्वीवर विविध भूखंडे, समुद्र आणि भूरूपे तयार झाली. आत्तापर्यंतच्या सगळ्या प्रवासात पृथ्वीवर भूकंप, ज्वालामुखीचे उद्रेक यासारखे अनंत आघात झाले. अतिथंड हिमयुगे, मोठ्या प्रमाणावर झालेला जीव सृष्टीचा नाश, सदैव बदलते हवामान अशा अनेकविध संकटाना टक्कर देत ही पृथ्वी आजही भक्कमपणे टिकून आहे.

पृथ्वीवरचा प्रत्येक जीव आज एका प्रदीर्घ उत्क्रांतीचा साक्षीदार आहे. विविध ठिकाणी आढळणारे, खनिजभूत आणि शीलाभूत स्वरूपात अश्मीकरण झालेले प्राण्यांचे सांगाडे, दात, झाडांची पाने, बिया आणि त्यांचे ठसे यावरून अशा विविधरंगी जीवनाचा पुरावा मिळतो. आत्तापर्यंत सजीवांच्या अस्तित्वाचा केवळ एक टक्का एवढाच जीवाश्म पुरावा आपल्या हाती गवसलाय! भूमीखंडांची मोठ्या प्रमाणावर झालेली हालचाल किंवा भूखंड वहन आणि हवामानातील बदल यामुळेही जीवजंतूंचा विनाश झालाय. कोट्यावधी वर्षांपासून पृथ्वी ह्या सगळ्या बदलांशी जुळवून घेत आहे! आपली ही पृथ्वी म्हणजे एक वैश्विक आश्चर्यच आहे! विलक्षण लवचिकता असलेला असा दुसरा ग्रह आपल्या ग्रहमालेत नाही.

साधारणपणे दोन हजार वर्षांपूर्वी ग्रीक आणि भारतीय तत्ववेत्त्यांनी पृथ्वी ही एखाद्या घनगोलासारखी म्हणजे Sphere सारखी असावी आणि ती आकाशगंगेच्या केंद्रस्थानी असावी याची कल्पना केली होती. पृथ्वीभोवती फिरणा-या अनेक कृत्रिम

उपग्रहांवरून , वेगवेगळ्या अंतरावरून आणि निरनिराळ्या वेळी घेतलेल्या पृथ्वीच्या प्रतीमांवरून पृथ्वीचे नेमके चित्र आज आपल्यासमोर येऊ लागले आहे. हे चित्र ढोबळ मानाने आपल्याला माहित असलेल्या पृथ्वी सारखेच असले तरी त्यातले अनेक



बारकावेही आता लक्षात येत आहेत.

पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण ही एक विलक्षण अशी घटना आहे. हे गुरुत्वाकर्षण हे तिच्या विशिष्ट आकारमानामुळे आहे. याच गुरुत्वाकर्षणामुळे तिचा लोह व निकेलयुक्त गाभा (Core) वितळलेल्या स्थितीत स्थिर आहे. या गुरुत्वाकर्षणामुळे तिच्याभोवती असलेले जीवनदायी वातावरणाचे आवरण टिकून आहे नाहीतर सर्व जीवनावश्यक वायू अंतराळाच्या पोकळीत केव्हाच निसटून गेले असते आणि पृथ्वीवर जीवन शिल्लक राहिलेच नसते !

पृथ्वीच्या अंतरंगात, मध्यवर्ती भागात , उत्तर - दक्षिण भूचुम्बकीय ध्रुव (Geomagnetic poles) जोडणा-या आसाच्या दिशेने पृथ्वीचे मुख्य चुंबकीय क्षेत्र द्विध्रुवीय (Dipolar) स्वरूपात एकवटलेलं आहे . पृथ्वीचे चुंबकीय ध्रुव व चुंबकीय विषुववृत्त हे भौगोलिक ध्रुव आणि भौगोलिक विषुववृत्त

यापेक्षा वेगळे आहेत. पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र सदैव बदलत असते. यामुळेच त्याला 'चिरंतन बदलणारे क्षेत्र' असे म्हटले जाते.

सजीवांच्या अस्तित्वासाठी आवश्यक असलेले नेमके तापमान आणि त्याची सुसह्य कक्षा (Range) यामुळेच पृथ्वी हा

एक आदर्श ग्रह आहे.. पृथ्वी शुक्र ग्रहाएवढी उष्ण नाही आणि मंगळाइतकी थंडही नाही. जीवनावश्यक पाण्याचे प्रमाण पृथ्वीवर भरपूर



आहे. सर्व प्रकारच्या सजीवांसाठी, पाण्याच्या गोठणबिंदुपासून उत्कलन बिंदूपर्यंत, म्हणजे शून्य अंशापासून शंभर अंशापर्यंत तापमान कक्षा केवळ इथेच उपलब्ध आहे .

पृथ्वी सूर्यापासून अगदी आदर्श अशा अंतरावर आहे. हे १५० दशलक्ष किमी अंतर सजीवांच्या अस्तित्वासाठी आणि उत्क्रांतीसाठी अगदी नेमके आहे. हे अंतर जराही कमी जास्त झाले तर पृथ्वीवरचे आजचे जीवन आणि पर्यावरण एका क्षणात नाहीसे होईल ! पृथ्वी ही स्वतःच्या कललेल्या आसाभोवती फिरते आहे. असे नसते तर तिची सूर्यासमोरची बाजू अतितप्त आणि विरुद्ध बाजू अतिथंड बनली असती.

दोन अब्ज वर्षापूर्वी पृथ्वीवर प्रकाशसंश्लेषण (Photosynthesis) क्रिया करणारे जीवाणू निर्माण झाले. त्यामुळे ओझोनचा थर तयार झाला आणि पृथ्वीवरील जीवांचे अतिनील प्रारणापासून रक्षण होऊ लागले. साडेतीन अब्ज वर्षापूर्वी पृथ्वीवर जीवांची निर्मिती झाली तेव्हापासूनच पृथ्वीचे सरासरी तापमान, सूर्याच्या उर्जेत चाळीस टक्के वाढ होऊनही, १० ते २० अंश सेल्शियस इतक्या अरुंद कक्षेत स्थिर राहिले आहे. आजही भरती ओहोटीचे आणि ऋतूंचे चक्र अव्याहतपणे फिरते आहे .

साडेचार अब्ज वर्षापूर्वी पृथ्वीची निर्मिती झाल्यानंतरच्या काळात ती हळू हळू थंड होत असतानाच पृथ्वीचं कवच आणि त्यावरील भूखंड ऋपृथ्वीच्या अंतरंगातून साधारणपणे ६६० किमी खोलीवरून आलेल्या लाव्हाच्या थंड होण्यामुळे सुरुवातीच्या काळात हे कवच तयार होत गेलं . पृथ्वीवरील भूखंड , त्यांचे बदलते वितरण , त्यांच्या हालचाली आणि ती एकत्र येऊन तयार झालेली विशाल महाखंड याबद्दल सदैव नवनवीन माहिती उजेडात येत आहे .

पृथ्वी निर्माण झाल्यानंतर अनेक वेळा झालेली विशाल भूमिखंडांची (Super-continent)निर्मिती आणि त्याचे विविध भूखंड सदृश तुकड्यात झालेले विभाजन ही एक चक्रीय प्रक्रिया असावी असे संकेत पृथ्वीच्या इतिहासात सापडतात . पॅनजीआ(Pangea) किंवा अखिलभूमी हे ३० कोटी वर्षापूर्वी अस्तित्वात असलेले अलीकडच्या काळातील विशाल भूमिखंड. सगळ्यात पहिले विशाल भूमिखंड साडे तीन अब्ज वर्षापूर्वीचे . ते वालबारा (Vaalbara) या नावाने ओळखले



जाते . त्यानंतरचे महाखंड तीन अब्ज वर्षापूर्वीचे . युर (Ur) नावाच्या या ऑस्ट्रेलियापेक्षाही लहान आकाराच्या महाखंडाचे अवशेष आज ग्रीनलँडमध्ये आढळतात . तिसरे ज्ञात महाखंड होते २.७ अब्ज वर्षापूर्वी. केनोरलँड (Kenorland) नावाचे हे महाखंड लौरेंसिया (आजची उत्तर अमेरिका व ग्रीनलँड), बाल्टिका (आजचे स्कॅन्डेनेव्हिया व बाल्टिक), ऑस्ट्रेलिया, अंटार्क्टिक, ब्राझील इत्यादी प्रदेशांनी बनले होते . केनोरलँड नंतर कोलंबिया किंवा नूना (Nuna) हे महाखंड केनोरलँडच्या अनेक तुकड्यांच्या एकत्र येण्याने अडीज अब्ज वर्षापूर्वी तयार झाले . १.१ अब्ज वर्षांनंतर रोडिनिया (Rodinia) नावाचे महाखंड निर्माण झाले . ते ९० ते ७५ कोटी वर्षापूर्वीपर्यंत पृथ्वीवर अस्तित्वात होते . भूखंडांचे सगळे तुकडे पुन्हा एकत्र येऊन पॅनोशिया (Pannotia) हे अल्पजीवी महाखंड ६५ ते ५० कोटी वर्षापूर्वी तयार झाले . सध्या माहित असलेले पॅनजिया ३० कोटी वर्षापूर्वीचे . उत्तरेकडे लौरेशिया, दक्षिणेकडे गोंडवाना आणि या दोहोंमध्ये असलेला टिथिस समुद्र अशी याची रचना होती.

पृथ्वीचा जन्मापासून आजपर्यंतचा प्रवास एक विलक्षण विस्मयकारी आणि अस्वस्थ प्रवास आहे. भविष्यातही तो कदाचित असाच असेल . पुढील पाच कोटी वर्षात आजची भूखंडे आजच्यापेक्षा वेगळ्या ठिकाणी असतील आणि त्यांचं एक महाखंड तयार झाले असेल आणि त्याचं नाव अमासिया असेल ! ते दहा कोटी वर्ष तरी अस्तित्वात असेलच ! आजच्या संगणकीय प्रतिमानानुसार त्यावेळी आर्क्टिक महासागर आणि कॅरेबियन समुद्र सगळ्यात आधी नाहीसा झालेला असेल. अटलांटिकच्या दोन्ही बाजूकडील भूखंडे जवळ येतील आणि कदाचित भूखंडांची आजची सगळी रचनाच नव्वद अंशात फिरेल आणि नव्या महाखंडाचा जन्म होईल !

आपल्याला माहित असलेल्या पृथ्वीवरच्या सात खंडात , फेब्रुवारी २०१७ नंतर आणखी एका खंडाची (Continent) भर पडली आहे ! या खंडाचं नाव आहे झीलँडिया . पृथ्वीवर १० कोटी वर्षापूर्वी अस्तित्वात असलेल्या गोंडवन या महाखंडाचा (Super-continent) झीलँडिया एक भाग होता . न्यूझीलँडच्या आसपास असं एखादं खंड असावं असा भूवैज्ञानिकांचा आधीपासून कयास होताच पण फेब्रुवारी २०१७ मध्ये त्याचा अस्तित्त्व नक्की झालं .

Earth Marvels

Compiled by Dr. Tushar Shitole

Bahariya and Farafra desert landscape (Credit: Juan Martinez)

1. A different side of the Sahara

Located in Egypt's Western Desert, the Bahariya and Farafra depressions don't even cover 1% of the Egyptian Sahara. Yet, they have some of the rarest landscapes and geological formations in the entire country. This is not the place where archaeologists come to find ancient tombs or hidden treasures; rather, this is a destination for dinosaurs fossils and remnants of other species that we have not seen for millions of years.



2. Signs of a volcanic past

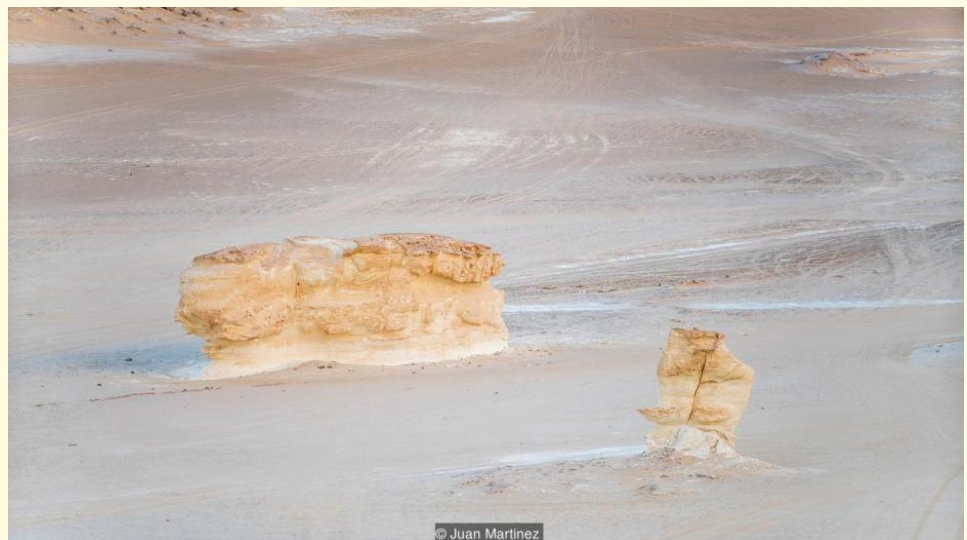


Further south from Bahariya Oasis, surrounded by hundreds of black powder-covered hills. This is the Black Desert, one of the strangest desert landscapes in the world. The "English Mountain", the highest point in the

Black Desert covered with black sandstone powder, a sign of volcanic activity that occurred during the Jurassic Period. (Credit: Juan Martinez)

3. Limestone boulders on a flat land

The landscapes between the Bahariya and Farafra depressions change fast. About 30km further west, the volcanic hills of the Black Desert were no longer visible and a monochromatic



flat land dominated the area. Golden limestone boulders that emerged from soil erosion millions of years ago provide home to wild endangered species, such as white foxes, Egyptian gazelles and rams.

4. A hill made out of crystals

A small rocky hill columnar-shaped stalagmites made of long, colourless crystals made of barite or calcite crystals. While calcite crystals arise from solutions formed in sedimentary calcareous rocks under normal conditions.



5. Shaped by the forces of nature

The White Desert, about 126km southwest of the Black Desert, is by far the Western Desert's

most unusual natural site. This vast area of mushroom-like shapes and sea waves made of white limestone are marvels of nature that astonish even the most experienced traveller.

Following an ice age that occurred 30 million years ago, a tectonic uplift created these chalk-like outcrops, and countless sandstorms have continued to sculpt their shape ever since.

6. An outdoor museum of contemporary art

Walking around the White Desert feels like visiting an art museum.

Each of these natural structures are completely different.



The desert was recognised as a Natural Protectorate by the Egyptian government in 2002, and to keep the area as pristine as possible, human development in or near the desert has been banned.