

Issue 4 - Vol - 1 / August 2020



A Free online periodical

GEOSPHERE

A Geoscience activity by JIVIDHA, Pune

for private circulation

Published by : Jividha - A20, Vijayshree Towers, Dattawadi, Pune 411030
Editor : Dr. Shrikant Karlekar
Sub Editor : Rajiv Pandit (President – Jividha)
Office Address : 1303, Atre Bunglow, Lane No.8, Near Atre Hall,
Off Bajirao Road, Shukrwar Peth, Pune 411002
Website : jividha.org
Mobile : 9421019313



Tiger Nest, Bhutan

(Photo by Dr. Shrikant Karlekar)

Precarious cliff in metasedimentary formation at 3307 metres ASL (27.49° N / 89.36° E)



Index

Sr. No.	Chapter	Page No.
1	About Jividha	2
2	GEOCONCEPT - NON LIVING RESOURCES OF OCEANS – (2) - Dr. Anup R. Gujar	3
3	GEOTECHNIQUE- "भारताचे विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण" - डॉ. श्रीकांत कार्लेकर	9
4	APPLIED GEOSCIENCE - Dr. Pradip Sarmokadam	14
5	GEOHERITAGE - LAKSHADWEEP ISLANDS - Dr. Shrikant Karlekar	18
6	GEOTOURISM - (Bhitarkanika Delta) - राजीव पंडित	27
7	BIOGEOSCIENCE - शोला वने आणि शोला तृणभूमी प्रदेश - डॉ.संजीव नलावडे	30
8	EARTH MARVELS - Compiled by Dr. Tushar Shitole - El Nido, Philippines	34

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.

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.

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. This holistic approach also included series of lectures, films and , field visits.



GEOCONCEPT

NON LIVING RESOURCES OF OCEANS – (2)

Dr. Anup R. Gujar ,
Ex. Chief Scientist CSIR
National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa 403004 .

MINERAL RESOURCES OF THE CONTINENTAL MARGIN.

These resources comprise of 3 components – Phosphorites, Oil and Natural Gas and Gas Hydrates.

PHOSPHORITES: They occur in the areas of Continental Margin, mainly on open sea mounts, in the depth range of 1000-1200m. They are also found in the carbonate islands and coral reefs surrounded by lagoons and marine lakes.

Phosphate is present in the form of minerals like fluorapatite, apatite, hydroxyapatite and francolite. Sometimes the bone fragments of the marine animals also get phosphotised. Usually they are associated with glauconite and shells of mollusca. The primary source of phosphorites is from shells and the degradation of organic matter associated with microbial communities.

The phosphorus accumulation on the ocean floor occurs from precipitation, dust accumulation, glacial and river runoff, cosmic activity, underground hydrothermal activity and deposition of organic matter. The main inflow of phosphorus is from the continental weathering brought by rivers into the ocean. This phosphorus is processed by macro and micro organisms and various planktons. The bones and the teeth of certain types of fishes absorbs the phosphorus and latter it is deposited or buried in the ocean sediments. Further, depending on

the pH and the salinity level of the sea water, this organic matter will decay and release the phosphorus from the sediment into the basin and thus get deposited.

Depending upon their types of deposition, phosphorites are classified into Phosphate Nodules and Bioclastic Phosphates.



Bioclastic Phosphate



Phosphate Nodule

USES OF PHOSPHORITES :

Phosphorites are widely used for the production of the fertilizers, animal feed supplements and also in chemical industry. Rare Earth Elements (REE) are also found in the phosphorites. These REE'S are extracted from them by advanced technology and then used for various applications. Thus phosphorites are considered as one of the valuable resource from the Ocean.

OIL AND NATURAL GAS

It is one of the most valuable resources available from the Ocean. This strategic

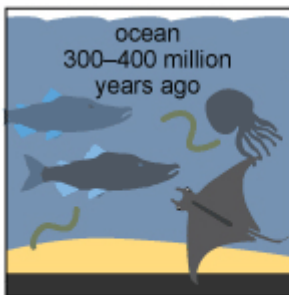
resource has accelerated the pace of the economic development of the nations throughout the globe.

FORMATION :

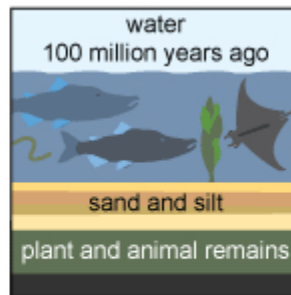
The Oil and Natural Gas is organic in origin, whose formation begins from the marine fauna and flora. Over million years ago, during their life cycle, these plants and animals absorbed energy from the sunlight and stored it as carbon molecules within them. After their life cycle was over, they got settled to the bottom of the sea. This process continued for many years and they got buried under sediment cover,

Petroleum and natural gas formation

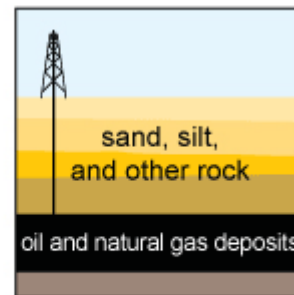
Tiny marine plants and animals died and were buried on the ocean floor. Over time, the marine plants and animals were covered by layers of silt and sand.



Over millions of years, the remains were buried deeper and deeper. The enormous heat and pressure turned the remains into oil and natural gas.



Today, we drill down through layers of sand, silt, and rock to reach the rock formations that contain oil and natural gas deposits.



Source: Adapted from National Energy Education Development Project (public domain)

deep and deeper, where pressure and heat was more. This high pressure and heat changed the in trapped carbon (from the remains of plants and animals) and hydrogen rich material into coal, oil and petroleum and also some part into natural gas due to very high temperature.



After its formation, some portion of oil and natural gas migrated to the surrounding rocks, and sometimes even to its surface, whereas the remaining oil and gas got trapped between impermeable layers of rocks/ sediment/ clays. These trapped deposits result in oil and natural gas. (Ref: Adventures in Energy, <https://adventureinenergy.org>.) and U.S. Energy Information Administration, www.eia.gov.energy explained.

COMPOSITION:

Oil and natural gas contains many compounds as it is a fossil fuel. The largest component in natural gas is Methane(which is a compound of 1 atom of carbon and 4 atoms of hydrogen ie. CH_4). It usually contains ethane, butanes and pentanes. Besides this, it also contains hydrocarbon gas liquids and non-hydrocarbon gases like carbon dioxide and also water.

OCCURRENCE OF OIL AND NATURAL GAS :

In general, the natural gas is located in the large cracks and spaces between the rock formations. This type of gas is called as the Conventional Natural Gas. Besides this, it also occurs in small pores, interspaces between grains within sedimentary formations like shale and sandstone. This type of natural gas is known as Shale Gas, or Tight Gas or Unconventional Gas. It also occurs with the deposits of Crude Oil and is called as Associated Natural Gas.

In India, gas deposits are on land (eg. Ankaleshwar in Gujrat) and some are in the offshore and deep under the sea (eg. Bombay High, Hazira off Mumbai and Gujrat).

A type of gas is also found in the coal deposits and is called as Coal Bed Gas. For exploring these deposits, deep seismic surveys are conducted by air gun system.

During the processing of natural Gas, water vapor and hydrocarbon compounds like sulphur, nitrogen, helium, etc. are removed, and ethane, propane, butanes, are separated and then it is used for various purposes. (Anon, 2019, U.S. Energy Information Administration EIA.).

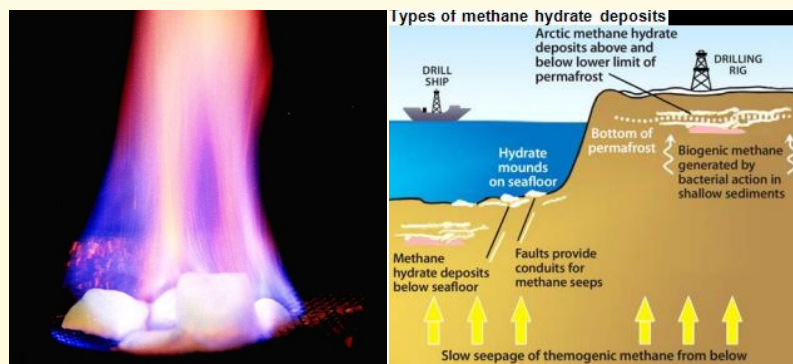
The crude oil, which is recovered from the beds, is processed in the refinery. In the refinery the different components are separated and then they are grouped into 3 categories :

1. Light Distillates – Liquified petroleum gas, naphtha and gasoline.
2. Middle Distillates – kerosene and Diesel.
3. Heavy Distillates – Fuel oil, Lubricating oil, waxes and tar.

These products are familiar for its various consumer applications.

GAS HYDRATES :

Gas Hydrates are ice like crystalline minerals, that form when gases like methane, ethane or carbon dioxide combines with water and freezes into solid, under



Methane Hydrate on fire

low temperature and moderate pressure conditions. Since most of the gas hydrates



are formed from methane, so they are usually referred as gas hydrate or methane hydrate. These gas hydrates occur naturally in some marine sediments within and beneath the permafrost.

2 methods are followed for the detection of gas hydrates.

1. Direct sampling with the help of deep cores.
2. By bottom simulating reflector (BSR) identified from seismic reflection data.

IMPORTANCE:

Gas Hydrates are important due to the following reasons :

- ◆ They contain approximately twice the carbon contained in all the oil reserves of coal, oil and natural gas combined together.
- ◆ After decomposition, they release large amount of methane, which is a greenhouse gas and that can impact the climate.
- ◆ Sudden release of methane gas (which is under pressure) can cause submarine landslides and can thus trigger into a Tsunami. (Ref: Ocean Exploration and Research).

OCCURENCES :

The occurrence of gas hydrates in India are second largest in the world, after USA. Krishna-Godavari basin, Cauvery basin and Kerala basin can contribute nearly 100-130 trillion cubic feet of the estimated reserves. Studies in these areas are underway by ONGC, with the collaboration of U.S. Geological Survey and Japanese Drilling Company. The modalities of its exploitation are being worked out by them. These Non Living Resources are a boon in an era when the Living Sources are depleting at fast rate.



GEOTECHNIQUE

Great Triangulation Survey of India

"भारताचे विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण"

डॉ. श्रीकांत कार्लेकर

संपूर्ण भारताचे राजस्व (Revenue) संकलनाच्या सोयीसाठी आणि स्थल व उंचसखलपणा दाखविणारे (Topographic) नकाशे अचूक सर्वेक्षण करून बनविण्याच्या मुख्य उद्देशानं विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाचा प्रकल्प 10 एप्रिल 1802 या दिवशी ईस्ट इंडिया कंपनीतील एक पायदळ अधिकारी विलियम लॅम्बटन यांनी सुरु केला. त्यांचे उत्तराधिकारी जॉर्ज एव्हरेस्ट यांनी तो सर्वे ऑफ इंडिया मार्फत पुढे नेला. पुढं त्याचं काम अँड्रू स्कॉट वॉ यांनी पाहिलं आणि 1861 नंतर जेम्स वॉकर यांनी तो पूर्णत्वास नेला.

भारतातील ब्रिटिश साम्राज्याच्या सीमा नक्की करणं आणि हिमालयातील माउंट एव्हरेस्ट, के टू आणि कांचनजंगा शिखरांची उंची नक्की करणं ही प्रकल्पाची उद्दिष्ट होतीच. या प्रकल्पाचे इतरही अनेक शास्त्रीय फायदे झाले. एका अखंड रेखावृत्ताच्या चापाचं (Arc) नेमकं मोजमाप करण्याचा सगळ्यांत पहिला प्रयत्न यांत यशस्वीपणे पूर्ण करता आला. भूकवचाच्या हालचालीसंबंधीच्या संतुलन सिद्धांताला (Theory of Isostasy) भक्कम बळ देणा-या भूगणितीय विसंगतीचा (Geodatic anomaly) निष्कर्ष काढायलाही त्यामुळं मोठी मदत होऊ शकली.

त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणांत दोन ठिकाणांना जोडणा-या एका आधार रेषेवरून (Base line) तिसऱ्या ठिकाणाकडे होणारे कोन मोजले जातात आणि त्याची स्थान निश्चिती केली जाते. या पद्धतीत फक्त आधार रेषा एकदाच मोजावी लागते. खुप मोठा प्रदेश व्यापणारे विस्तृत त्रिकोण आखून आणि त्यानंतर प्रत्येक त्रिकोणात समाविष्ट भागाचं सर्वेक्षण करता येतं. याच प्रकारे संपूर्ण देशाचे अनेक त्रिकोणात विभाजन करून त्रिकोणमितीय पद्धतीने सर्वेक्षण केलं गेलं. संकल्पना म्हणून ही योजना सोपी वाटत असली तरी प्रत्यक्षांत उतरविण्यासाठी ती महाकठीण. शिवाय ती वेळखाऊ आणि खार्चिकही.

सन 1800 मध्ये टिपू सुलतानबरोबर झालेल्या लढाईतील विजयानंतर लगेचच विलियम लॅम्बटन यांना भारतातील



सगळ्याच भूभागाचं अचूक सर्वेक्षण उपलब्ध असण्याची गरज लक्षांत आली. त्यामुळं सुरुवातीला तत्कालीन म्हैसूर राज्यासाठी व नंतर संपूर्ण देशासाठी त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण हाती घेण्याचं ठरलं. 10 एप्रिल 1802 रोजी विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाला सुरुवात झाली. प्रकल्पाच्या सुरुवातीची आधार रेषा पूर्वीच्या मद्रास (Chennai) जवळील सेंट थॉमस माउंट आणि पेरूमबक्कम यातील 12 किमी लांबीची रेषा होती. ही आधार रेषा खूप काळजीपूर्वक मोजली गेली कारण त्यावर पुढच्या सर्व आधार रेषांचा अचूकपणा अवलंबून होता. दुसरी आधार रेषा 1804 मध्ये बंगलोर इथं लेफ्टनंट वॉरन यांनी नक्की केली. 1806 पर्यंत मलबार किना-यापर्यंतचा प्रदेश सर्वेक्षणात समाविष्ट झाला. लॅम्बटन यांनी या सर्व त्रिकोणांना विशाल चाप साखळी (ग्रेट आर्क सेरीज) म्हटलं आहे. 1806 मध्ये त्रिकोणांची ही साखळी कोईमतूर इथं आधार रेषा घेऊन केप कामोरीन पर्यंत वाढविण्यात आली. 1808 मध्ये ती तंजावर पर्यंत, 1809 मध्ये तिनवेल्ली व पेरांनाल पर्यंत आणि 1811 मध्ये पुन्हा बंगलोर पर्यंत आणली गेली. तंजावरसारख्या ठिकाणी मंदिरांचे कळस त्रिकोणातील शिरोबिंदू म्हणून वापरले गेले. त्यानंतरच्या काळांत मसुलीपट्टण, बिदर पर्यंत याचा विस्तार केला गेला. 1822 मध्ये हे सर्वेक्षण हैद्राबाद ते नागपूर असं वाढविण्यांत आलं. लॅम्बटन यांनी 164342 चौरस मैलांचं भारतीय व्दिपकल्पातील सर्वेक्षण 83837 पौंड इतका खर्च करून पूर्ण केलं. लॅम्बटन यांच्या मृत्यूनंतर एव्हरेस्ट यांनी मे 1824 मध्ये ही साखळी कर्क वृत्तापर्यंत नेली. सध्याच्या मध्य प्रदेशातील सिरोंज इथं त्यांनी 38400 फुटांची आधार रेषा घेतली. त्यानंतर सर्वेक्षण जाळी कलकत्ता, डेहराडून पर्यंत वाढविण्यात आली.

सन 1841 मध्ये डेहराडून आणि हिमालयाच्या शिवालिक पर्वतरांगा सर्वेक्षणांत समाविष्ट करण्यात आल्या.

हिमालयातील 79 पर्वत शिखरं नक्की करण्यात आली आणि त्यापैकी 30 शिखरांचं पुनर्नामकरण झालं. शिखर XV झालं माउंट एव्हरेस्ट. माउंट गॉडवीन ऑस्टिनचं नामकरण K 2 असंच कायम ठेवण्यांत आलं. यांनी तिबेट मधल्या हिमनद्या आणि सरोवरं यांचं सर्वेक्षणही केलं. दक्षिण भारतांत मुंबई - महाबळेश्वर - गोवा भागाचं सर्वेक्षण झालं. अँड्रू स्कॉट वॉ यांनी 1861 पर्यंत पंजाब ते अकोट, सिरोंज ते कराची पर्यंत तर 1856 नंतर मॉंटगोमेरी यांनी सियालकोट पासून आत्ताच्या पाकव्याप्त काश्मीर पर्यंतच्या भागाचं सर्वेक्षण पूर्ण केलं.



कर्नल एव्हरेस्ट यांनी त्यांच्या काळांत चंबळ नदीच्या उत्तरेकडे हे सर्वेक्षण सुरु केलं. दक्षिण भारतातील टेकड्या, पर्वत यांचा त्रिकोणमितीय पद्धतीत शिखर बिंदू म्हणून त्यांना उपयोग करता आला होता मात्र उत्तरेत सपाटी जास्त, त्यामुळे तिथं त्यांना सपाट प्रदेशांत तीस तीस फूट उंचीचे मनोरे किंवा स्तंभ बांधून सर्वेक्षण करावं लागलं होतं.

सुरुवातीला अवजड असं थिओडोलाइट (Theodolite) हे उपकरण वापरलं गेलं पण नंतर मात्र उत्तम प्रतीचं थिओडोलाइट वापरलं गेलं. तापमानातील वाढीमुळं मोजमापासाठी वापरल्या जाणा-या साखळ्यांत प्रसरण होऊन अंतरं चुकू नयेत म्हणून आणि साखळ्यांवरील ताण कायम राहावा म्हणून खूप काळजी घेण्यात आली व त्रुटीचं शुद्धीकरणही (Error correction) केलं गेलं.

पृथ्वीपृष्ठाचा बाक (Curvature), पर्वतांवरील गुरुत्वशक्तीच्या प्रभावामुळं ओळंब्याची रेषा (Plumb line), लंबक (Pendulum) यावर होणारे परीणाम , समुद्रसपाटीपासून उंची अशा सर्व गोष्टींचा पूर्ण विचार करून त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण अत्युच्च दर्जाचं होईल हे पाहिलं गेलं. त्रिकोण साखळीतील प्रत्येक मोठ्या त्रिकोणाच्या मध्यवर्ती भागांत शून्य मैल दगड उभारण्यात आले.

विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणांतून भारताच्या भूप्रदेशाचं मोठ्या प्रमाणावर सर्वेक्षण चालू असतानाच लहान लहान प्रदेशाचं उंचसखलपणा दाखविणारं (Topographic) सर्वेक्षणही चालूच होतं. कारण ब्रिटिशांच्या दृष्टीनं या सगळ्या प्रकल्पाचा व्यावहारिक उपयोग खूप मोठा होता. ब्रिटिश राजवटीला, कारभारासाठी, भारताच्या सगळ्या भूभागाची इथंभूत माहिती व नकाशे हवे होते. प्रजेचं शोषण करण्यासाठी आणि हवातसा राज्यकारभार करण्यासाठी त्यांना त्याची फार गरज होती. ब्रिटिश साम्राज्यवादासाठी त्यांना हवं ते दाखविणारे नकाशे आवश्यक होते. अर्थात याच नकाशांमुळे त्यांना भारताच्या समृद्ध प्रदेशाचाही अंदाज आला होता.

या विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाचा भारताच्या अचूक मानचित्रीकरणासाठी (Mapping) खूप मोठा उपयोग झाला हे मात्र नक्की. या सर्वेक्षणासाठी त्यावेळी निश्चित केलेले त्रिमित बिंदू (Trig points) , बेंच मार्क्स (Bench marks) अजूनही

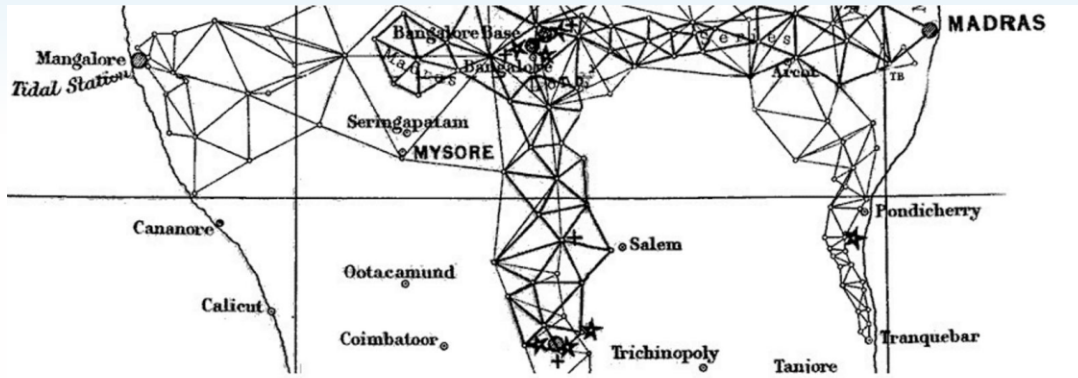
भारतांत मनोरे, स्तंभ, जुनी देवालये, किल्ले, चर्च यावरील खुणांच्या स्वरूपात आणि झीरो माईल स्टोन्स अनेक ठिकाणी विखुरलेले आढळतात मात्र त्यांचं आपल्याला अजिबात अप्रूप किंवा महत्व वाटत नाही हेही तितकंच खरं आहे. सर्वेक्षित केलेले त्रिकोणमितीय बिंदू, कायमचे बेंच मार्क्स भारतीय स्थल आणि उंचसखलपणा निर्देशन नकाशांत नोंदवून ठेवलेलेही पहाता येतात. आज जमिनीवर उपलब्ध असलेला त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाचा असा प्रत्येक संदर्भ हे एक अमूल्य असं वारसा स्थळच आहे आणि त्याची जपणूक करणं व नवीन पिढीला त्यांचं महत्व लक्षात आणून देणंही तितकंच गरजेचं आहे याबद्दल दुमत नसावं.

पुणे जी.पी. ओ. (General post office) समोरच्या फूटपाथवर शून्य मैलाचा दगड (Zero mile stone) आहे. पुणे शहराचं नेमकं भौगोलिक स्थान जगाच्या नकाशावर अचूकपणे दाखविणारा हा मैलाचा दगड ब्रिटिशांच्या काळांत, 'विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाचा भाग म्हणून उभारण्यात आला होता.

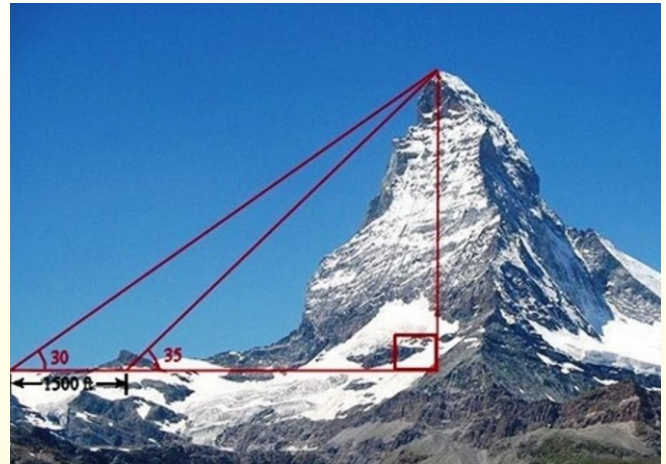
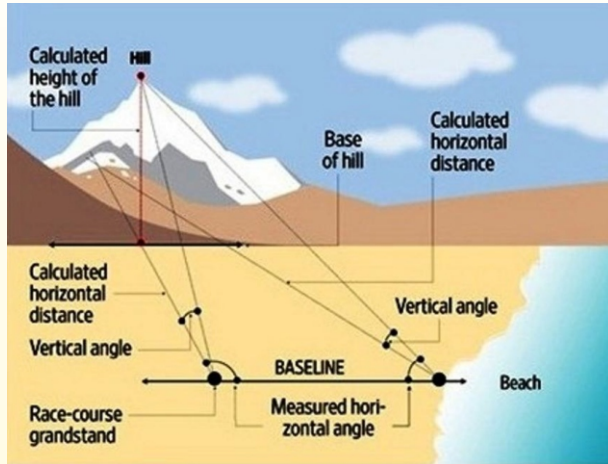
ब्रिटिशांच्या काळांत शासकीय पोस्ट ऑफिसच्या बाहेर संपूर्ण भारतांत असे एकूण 80 मैलाचे दगड स्थापित करण्यात आले होते. नागपूर इथं असलेला शून्य मैल दगड त्यावेळच्या अखंड भारताचा मध्य म्हणून वापरला गेला. झीरो माईल स्टोन ही सर्वेक्षणाच्या त्रिकोणजाळीतील महत्वाची सर्वेक्षित ठिकाण होती. प्रत्येकावर आजुबाजूच्या ठिकाणांची नावं व काही ठिकाणी अंतरंही लिहिण्यांत आली होती.



विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षणाचा विस्तार



सुरुवातीचे सर्वेक्षण



त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण पद्धत



पुण्यातील शून्य मैलाचा दगड



चेन्नई आणि कोलकात्यातील बेंच मार्क व त्रिकोणमितीय मनोरा



APPLIED GEOSCIENCE

Revival of Mangrove ecosystems and Khajan lands in Goa

Dr. Pradip Sarmokadam

Member Secretary, Goa State Biodiversity Board, Goa, India.

The coastal State of Goa is vulnerable to climate change not only by virtue of its location and physiography but also due to the tremendous pressure exerted on its available resources by tourism industry being a globally preferred destination.

Khazan lands associated with mangroves are unique and vulnerable. “Khazan” or “Khajan” is a term commonly used in Konkan and Goa for low lying saline soils along the rivers and coasts. Mangrove ecosystems are both found along the many stretches of coastal shores as well as riverine banks. Mangroves and associated species are known to follow the saline water and have shown increased area covered in khazan lands wherever saline water ingress is found due to breached bunds.

In Goa, Khajan lands have been reclaimed by the ancestors from the river or the sea. Network of ‘bunds’ (protective embankments having unique architecture and made from locally available material including reinforcement) created, protect the agricultural fields and adjoining the villages from tidal flows. Khazan lands are protected by two types of bunds – outer bunds along the river or sea and inner bunds which are either along the creeks or wetlands or ‘poims’ (‘poims’ or ‘poi’ singular is a water body resembling rivulet or elongated lake located between main river or sea and agricultural land created to buffer the additional water during high tide and during



monsoons from landward side and is regulated by means of sluice gate). Typical bunds are seen to have coconut trees on both the sides giving it aesthetic outlook. In absence of bunds, most of the Khajan lands would have submerged below sea level during high tide. These khajans are protected by bunds and the water flow is regulated using sluice gate which is also marvel of ancient engineering. Altogether bunds, sluice gates and a buffering waterbody between river and fields known as 'poim' creates a unique manageable hydrogeological set up and makes khajan lands suitable for cultivation. More interesting is the sociological mechanism of management of these hydrological systems embedded in the social and in some places also religious fabric of the State.

These reclaimed low lying saline lands have high agricultural productivity with salt tolerant varieties or paddy / rice and is a local delicacy in the State.

The State has about 18,000 Ha. Of Khajans i.e. about 5% of the total Geographical area of the State. (Source - Dept. of Agriculture - Goa) As land is a scarce commodity in Goa which is smallest State with just 3702 square kms area. it cannot afford to lose this land and get it submerged under saline water.

In Goa mangroves are seen standing like guards beyond bund areas and secure agricultural lands and protect inward lands. The main concern is vulnerability of low lying areas as per the map released by ISRO and mangroves are first line of defence along riverine low lying areas.

Present issues are mainly, anthropogenic activities and problems due to replacement of traditional systems of mangroves management and failure to revive and institutionalize the same are few amongst others.

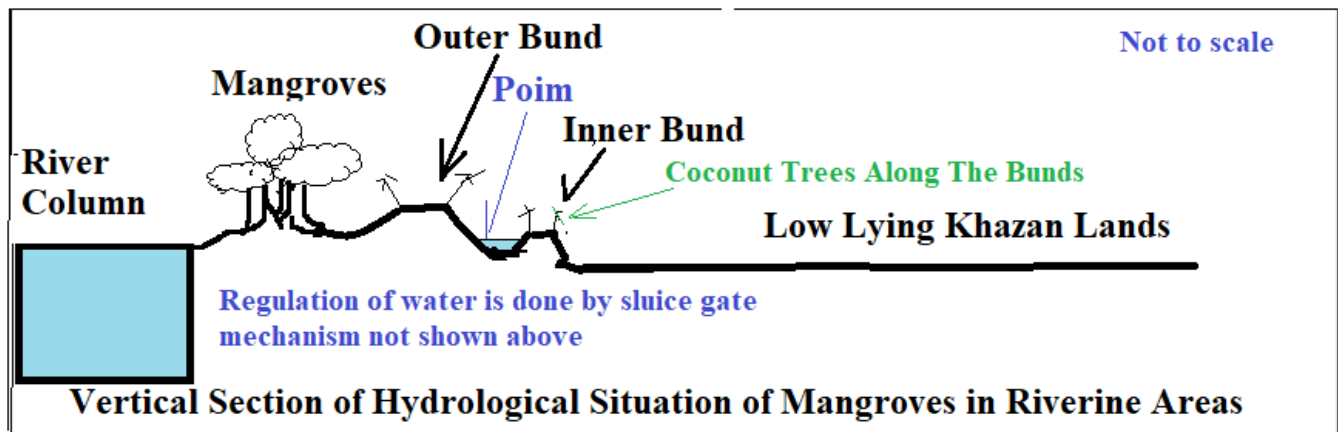


Image I- placed below – Shows settlements along the Zuari side of kumbarjua river at NeuraDongri Area. Also lining of mangroves



along both sides of river is evident.



Image II -
Destruction of Mangroves at Neura Dongri Area for making way for bridge



Adjoining image III – Mangrove species *Avicennia Marina* are seen like guards standing in discipline along the inner bund in Dongri – Neura, Bund is a protective structure made and managed since centuries in Goa along rivers. Beyond bunds there are khazan lands and agricultural fields (Pic from Dongri – Neura area by

This work focuses on the need to revive traditional system of management of mangroves, bunds, khazan lands and associated hydrological systems through community engagement.

Mismanagement of mangroves has led to increased mangrove cover in agricultural areas which is detrimental to agricultural growth. Hence restoring traditional management practices or replacing with more resilient suitable institutional mechanism should be developed.

Linking of mangrove management with livelihood interventions such as mangrove nurseries, mangrove based apiculture and branding of products derived from mangroves, ecotourism and crocodile habitat education to tourists with signages, locally trained guides, mangrove films, educational brochures etc. propagating salt tolerant rice varieties, providing green skills already known to elders as a tradition, crab culture, pisciculture without disturbing local hydrology is the need of the time and could be the way forward.





GEOHERITAGE

(The rocks, minerals, landforms, soils, rivers, lakes, oceans, etc. of the landscape together constitute the geo-wealth of a region. As this geo-wealth is inherited from the past, from thousands and millions of years, it is described as Geoheritage.)

LAKSHADWEEP ISLANDS

Dr. Shrikant Karlekar

Lakshadweep Islands, as a system of living coral reefs, lagoons and sparkling shell sand beaches, is Holocene in age (past 12 thousand years). These coral islands rest on earlier Pleistocene reefs and form an important Geoheritage site.

Lakshadweep Islands consist of a group of tiny coral islands, located in the Arabian Sea, about 400 km from the main land (southern tip of the Indian Peninsula). The Union Territory of Lakshadweep consists of 11 inhabited islands, 15 uninhabited islands, attached islets, 4 newly formed islets and 5 submerged reefs. These islands are scattered in the Arabian Sea between North Latitudes 8° 00' and 12° 13'N and east longitude 74° 00' and 77° 00'E.

These islands are typically a chain of low islands surrounding a shallow lagoon, consisting largely of recent sediments on top of older coral limestone. The inhabited islands are Kiltan, Agatti, Amini, Androt, Bangaram, Bitra, Chetlat, Kadmat, Kalpeni, Kavaratti and Minicoy. Islands Chetlat, Kiltan and Kadmat are closely spaced and are on the northern part of the archipelago, whereas Kalpeni is on the east central part of the group and the Minicoy Island is located in the southernmost



part and far away from the other islands. Androth, having an area of 4.84 sq.km. is the largest Island, whereas Bitra, with an area of 0.1 sq.km is the smallest.

Lakshadweep islands have a delicate ecosystem with very limited fresh water resources. Though the islands receive high rainfall, the lack of surface storage and the limited ground water storage capacity, where fresh water is occurring as a small lens floating over salt water, makes fresh water a precious commodity. High porosity of the aquifers allows mixing of freshwater with sea water.

Following are the inhabited islands.

1. Agatti :

Agatti is the most westerly island of Lakshadweep. It lies on the eastern arc of the coral shoal and is about 6 Km in length and about 1000 meters wide at the broadest point. Coral growths and multi coloured coral fishes abound in this lagoon.

2. Androt :

Androt is the nearest island to the mainland. It is largest island in Lakshadweep.

3. Minicoy :

It is the second largest island. Minicoy is southernmost island in Lakshadweep, crescent shaped and has one of the largest lagoons.

4. Kavaratti :

It is headquarter of the UT Administration since 1964. The beautiful calm Lagoons form an ideal spot for water sports.

5. Kadmat :

It has a very large lagoon on the western side, Long sandy beaches and excellent water sport facilities are the stellar attraction here.

6. Kalpeni :



It is known for its scenic beauty and the small islets called Tilakkam and Pitti and an uninhabited island on the north called Cheriyam.

7. Amini :

Talented craftsmen living here are famous for making walking sticks with tortoise shells and coconut shells.

8. Kiltan :

The Island is only 3 kms long. The island is thick in flora and is fertile.

9. Chetlat :

Chetlat is the northern most inhabited island.

10. Bangaram :

A Beautiful and breathtaking island in the Lakshadweep, It has been ranked among the best getaways of the world.

11. Bitra :

Bitra Island is the smallest inhabited island in the territory. Bitra is the breeding ground for a number of seabirds.

The total geographic area of Lakshadweep islands is 32 sq.km. The islands do not show any major topographical features but are largely low level and flat topped, generally rising to the height of a few metres above sea level.

The height of the land above the sea level is about 1-2 m. Occasionally, old sand dunes on the sides of the lagoons and storm beaches on the seaward side of the islands rise up to height of 8 m. The storm beaches consist of coral pebbles and boulders piled up well above the high tide mark. Most atolls have a northeast-southwest orientation with an island on the east, a broad, well-developed reef on the west and a lagoon in between.



All islands of Lakshadweep are of coral origin and some of them like Minicoy, Kalpeni, Kadmat, Kiltan and Chetlat are typical atolls. The islands on these atolls are invariably situated on the eastern reef margin except Bangaram and Cheriyakara which lie in the centre of the lagoon. In the case of Bitra, the island is on the northern edge of the lagoon.

The development and growth of the islands on eastern reef margins is controlled by a number of factors. The cyclones from the east have piled up coral debris on the eastern reef while the very high waves generated annually during the southwest monsoon have pounded the reef and broken this into coarse and subsequently to fine sediments which were then transported and deposited on the eastern side behind the coral boulders and pebbles on the eastern reef.

A gradual accretion of sediments by this process has led to the growth of the islands. In some of the lagoons like Kiltan and Chetlat, the islands are growing at a very fast rate and during the next decade or so, the lagoons themselves may be filled up with sediments. In atolls where openings occur in the reef or where the lagoon is too wide for the sand to be transported across its entire width, sand banks usually develop and enlarge towards the centre of the lagoon leading to the formation of the island in the centre such as in Bangaram, Suheli etc.

The entire Lakshadweep group of islands lies on the northern edge of the 2500 km long North-South aligned submarine Lakshadweep-Chagos ridge. The Lakshadweep Sea separates this ridge from the west coast of India. The ridge rises from a depth of 2000- 2700 m along the eastern side and 400 m along the Western side. The eastern flanks of this ridge appear to be steeper compared to their western



counterparts. The ridge has a number of gaps, the prominent being the Nine Degree channel.

The Lakshadweep Islands are composed mainly of coral reefs and material derived from them. Barrier reefs and lagoons are seen in almost all islands. The hard coral limestone is generally exposed along the coast during low tides and is also seen in well sections. A bore hole drilled in 1972 in the 9° Channel of Lakshadweep ridge by the drill vessel 'Glomar Challenger' at a water depth of 1764 m. down to a depth of 411 m. below sea floor encountered calcareous sediments of Upper Palaeocene to Pleistocene age. Palynological and other studies indicate that the ridge was faulted down during Lower Eocene period which resulted in the formation of Lakshadweep Sea and separation of the ridge from Peninsular India.

Coral atolls generally consist of a layer of recent (Holocene) sediments, comprising mainly coral sands and fragments or coral, on top of older limestone. An unconformity separates these two layers at typical depths of 10m to 20 m below mean sea level. Several deeper unconformities may exist due to fluctuations in sea level which results in alternate emergence and submergence of the atoll. During periods of emergence, solution and erosion of the reef platform can occur, while further deposition of coral limestone can occur during periods of submergence.

Several theories are available in the literature on the formation of these atolls. Darwin, suggested that fringing reefs surrounding volcanic islands, during subsidence, grew up gradually to develop ring shaped barrier reefs and as subsidence continued, eventually became island free ring reefs. The other theories are also equally interesting. According to Alcock all the Lakshadweep Islands are



remains of eroded atolls raised only a few feet above the sea level and formed entirely of coral rock and coral sand. Gardiner believed that Maldives and Lakshdweep were formed on a large bank which was a part of an ancient land that completely sank. According to him some of the islands are remnants of mountains that existed in the sunken land. In general conformity with the geological history of the Indian Ocean reefs, it may be stated that the reefs of Lakshadweep were built in Tertiary and Quaternary eras on volcanic structures and the present day surface features of the reefs are the results of erosional and depositional consequence of Pleistocene and Holocene sea level changes (Stoddart, 1973). All the theories explain the formation of ring reefs and subsequently the atolls but not the further development of the islands.

(A) Minicoy : The island Minicoy is the southernmost in the Lakshadweep Archipelago. It lies between $8^{\circ}15'$ to $8^{\circ}20'$ N latitudes and $73^{\circ} 1'$ to 73° E longitudes with an area of 4.4 sq. Km. The island has a large lagoon on the western side measuring about 6 km across. It does not exhibit significant geomorphologic differences except for micro level relief differences. The elevation above the sea level is about 1-2 m in the west and about 2-3 m in the east during high tides. The island has been formed along the eastern fringe of the atoll covering the complete length of 12 km from southwest to northeast.

(B) Kavaratti : The island, Kavaratti lies between $10^{\circ}32'$ to $10^{\circ}35'$ N latitude and $72^{\circ}35'$ to $72^{\circ}37'$ E longitude with an area of 3.6 sq km. The island has a large lagoon in the western side which measures about 1.5 km across. The length of the lagoon is about 6 km. It is a flat island rising above the sea level to the extent of 1 to 2 metres in general during high tides. It has a narrower southern half and a broader northern half.



The western shore line exhibits some undulations due to active deposition of sand. The eastern shore line has lot of beach sand stones (limestone) which act as barriers protecting the island from the cutting action of the waves.

(C) Kadmat : The island Kadmat lies between 11010' to 11015' N latitudes and 72°45' to 72047' E longitudes with an area of 3.1 sq. km. Kadmat is a long and narrow island. It is only 570 m wide at the broadest point. The eastern reef is exposed at low tide and forms a level platform stretching from sea beach for about 100 metres. The island has a large lagoon on the western side measuring about 2 km at the broadest point. The island is, generally, flat rising 1 to 3 m in both the east and west above the sea level during high tides. A high ridge of sand runs down the western side of the island. Also there are sand deposits in the southern part giving rise to undulations whereas the northern part is flat with little fresh sand deposits. The island is aligned north south with a slight clockwise tilt.

Minicoy and Kavaratti islands have formed along the eastern fringe of the atolls with a southwest to northeast orientation and Kadmat, along north-south orientation. The position and orientation of many of the Lakshadweep islands inside the ring reefs are the result of sea surface circulation and wave action which follow seasonal monsoon (southwest monsoon) winds .The sea surface circulation in the Arabian Sea is stronger and steadier during southwest monsoon compared to those in the northeast monsoon. During the southwest monsoon the surface currents in the open ocean are eastwards and clockwise in direction due to the coastal configuration. It flows north eastwards along the Arabian coast and southwards along the Indian coast as wind driven ocean current. Where reefs grow up in shallow seas, bottom currents exert a



great influence on reef form right from the beginning of the reef building by depositing sediment to the leeward side of the initial coral colonies and by transporting their coral larvae which subsequently initiate reef growth on these leeward sediments. This action of sea current is accompanied by the island building action of the wind and waves.

These factors become dominant as the vertical growth of reef approaches sea level. The waves gaining energy from the east and north eastward blowing monsoon winds break the western portion of the ring reefs and carry the coral shingle and sand towards the eastern portion of reefs. The ramparts of coarse shingles are then deposited at some distance in from the reef edge. The finer fragments and the coral sands are carried further on by the waves and only come to rest along the eastern part of the ring reefs as noticed in Minicoy and Kavarati or in the lagoon when the wave energy is greatly diminished as observed in Kadmat island. The islands are thus formed, whose position on the reef is determined by the frequency and force of waves and winds coming from southwest.

These islands have been growing upwards keeping pace with sea level changes in the post glacial period. 15000 years ago the sea was about 120 m lower than today and 7000 years ago it was about 20 m below the present level. The sea level change should have been slow and gradual during this period. Had it been a sudden process these coral islands would not have existed because corals can grow in only shallow waters. The modern reef growth related to the present sea level must have begun only about less than 5000 years ago (Wood 1983). The age of these islands is less than 5000 years and their development progressed from east to west.



Minikoy Island



Kavaratti Island



GEOTOURISM

(Bhitarkanika Delta)

महानदीच्या मुखाशी असलेला 'भितरकनिका' त्रिभुज प्रदेश

राजीव पंडित

नदी जेथे समुद्रास अथवा सरोवरास मिळते त्याला नदीचे मुख म्हणतात. नदीच्या मुखापाशी गाळाचा सपाट प्रदेश निर्माण होतो. तो ग्रीक भाषेतील " Δ डेल्टा" या अक्षरासारखा दिसतो म्हणून इंग्रजी भाषेत त्यास डेल्टा म्हणतात. तर मराठीत त्रिभुज (त्रिकोणी) प्रदेश म्हणतात. नदी डोंगरावर उगम पावते. उतारावरून ती वेगाने वाहते. डोंगरावर ती खनन करते व सोबत दगडधोंडे, भरड गाळ सोबत घेऊन मैदानी प्रदेशात येते. मैदानी प्रदेशात आल्यानंतर तिचा वाहण्याचा वेग कमी होतो. सपाट प्रदेशावर ती काही प्रमाणात गाळ टाकत तर काही ठिकाणी खननकाम करत पुढे जाते. ज्याठिकाणी ती गाळ टाकते ती सुपिक माती शेतीसाठी वापर केली जाते. शेवटी ती समुद्राला मिळते तेथे म्हणजे मुखाशी उतार खूपच कमी झालेला असतो. संध वाहणाऱ्या नदीला गाळ वाहून नेणे शक्य होत नाही. त्यामुळे पात्रातच गाळ साचतो व मुख भरून येते. मग नदीचे पाणी दुसऱ्या मुखाने नवा मार्ग काढून समुद्रास मिळते व कालांतराने ते मुखही गाळाने भरून आल्याने नदी तिसऱ्या मुखाने समुद्रास मिळते. असे करत नदी बहुमुखी बनते. नदीच्या अशा प्रवाहांस उपमुख म्हणतात. एखाद्या पंख्यासारखा दिसणाऱ्या या भूभागाला नदीचा त्रिभुज प्रदेश म्हणतात.

त्रिभुज प्रदेशाची निर्मिती नदीने वाहून आणलेल्या गाळाचे प्रमाण, मुखाशी समुद्राची खोली, मुखाशी नदीचा वेग, समुद्रप्रवाह इ. घटकांवर अवलंबून असते. म्हणूनच काही नद्यांना त्रिभुज प्रदेश नसतात. अॅमेझॉन नदीचा वेग मुखाशी इतका जास्त आहे, की प्रवाह पुढे ५०० किमी. पर्यंत समुद्रात वाहतो. परिणामतः या नदीचा त्रिभुज प्रदेश लहान आहे. संधपणे उथळ व्होल्गा नदी कॅस्पियन समुद्रास मिळून व्होल्गाचा विस्तीर्ण त्रिभुज प्रदेश बनतो.

भारताचा विचार केला तर पश्चिम घाटात किंवा हिमालयात उगम पावून पूर्व किनाऱ्याकडे गेलेल्या नद्या खूप अंतर वाहत जाऊन बंगालच्या उपसागराला मिळतात. या प्रवासात त्या मोठ्या प्रमाणात गाळ वाहून आणतात. त्यामुळे बंगाल च्या



उपसागराला मिळणाऱ्या गंगा, महानदी, कृष्णा वगैरे नद्यांच्या मुखापाशी मोठ्या आकाराचे त्रिभुज प्रदेश निर्माण झाले आहेत. उदाहरणार्थ सुंदरबन, भितरकनीका इत्यादी. याउलट पश्चिम घाटातून उगम पावून विशेषतः कोकणातून अरबी समुद्राला मिळवणाऱ्या नद्या. उगमापासून समुद्राला मिळेपर्यंत जेमतेम ७० किलोमीटर अंतर त्या कापतात. सह्याद्री पर्वतरांगेच्या उतारावर मिळालेला वेग व प्रवास केलेले अत्यल्प अंतर यामुळे या पश्चिम वाहिनी नद्यांच्या मुखापाशी मोठे त्रिभुज प्रदेश दिसत नाहीत.

गंगा-ब्रह्मपुत्रा या नद्यांनी केलेले बांग्लादेशमधील त्रिभुजप्रदेश, अ‍ॅमेझॉन, नाईल, मिसिसिपी, हॉइन, डॅन्यूब इत्यादी नद्यांचे त्रिभुज प्रदेश प्रसिद्ध आहेत. मिसिसिपी नदीचा त्रिभुज प्रदेश हा जगातील सर्वात विस्तृत त्रिभुज प्रदेश आहे. त्याचे क्षेत्रफळ ३१,००,००० चौ.कि.मी. पेक्षा अधिक आहे. भारतीय उपखंडात कृष्णा, गोदावरी, कावेरी या नद्यांचे त्रिभुज प्रदेश विशेष लक्षणीय आहेत.

त्रिभुज प्रदेशाचे आकारावरून मुख्य तीन प्रकार पडतात. उथळ संथ पाण्यात परिपूर्ण सलग त्रिभुज प्रदेश बनतात त्यास 'पंखा' (कमानी) त्रिभुज प्रदेश(Fan Delta) म्हणतात. उदा., नाईलचा त्रिभुज प्रदेश. खोल समुद्रात तुटक विस्कळित त्रिभुज प्रदेश आढळतात त्यांस 'खगपद' (त्रिभुज प्रदेश (Bird Foot Delta) म्हणतात. उदा., मिसिसिपीचा त्रिभुज प्रदेश. मिसिसिपीचा त्रिभुज प्रदेश हा सर्वात मोठा (क्षेत्रफळ ३१,२०० चौ. किमी.) त्रिभुज प्रदेश आहे. तिसरा प्रकार एकमुखी त्रिभुज प्रदेश (Cuspate Delta) नावाने ओळखला जातो. त्यात नदीमुखापासून शिंगासारखे दिसणारे संचयनाचे बांध वक्राकार दोन्ही बाजूंस वाढत जातात. उदा., टायबर नदीचा त्रिभुज प्रदेश.

महानदी भारताच्या पूर्वांचल राज्यांतील एक मोठी नदी आहे.या नदीची लांबी ८५८ कि.मी. असून ही एक महत्त्वाची नदी आहे. ती छत्तीसगड राज्यातील सिहावा (Sihawa) च्या दक्षिणेला उगम पावते. ही टेकडी "पुर्व घाटाचा" वाढीव हिस्सा आहे. ८५८ किलोमीटर प्रवास करून ती ओडिशा राज्यातील जगतसिंगपुर (पारदीप) या ठिकाणी बंगालच्या उपसागराला मिळते. एके काळी या नदीला भयानक पुर येत व प्रचंड नुकसान होत असे. या नदीला "ओडिशाचे अश्रु" म्हणत. १९५३ मध्ये हिराकुड धरण व अनेक कालवे बांधून या नदीच्या विध्वंसक रूपाला बऱ्यापैकी बंधन घातले गेले आहे.

महानदीच्या त्रिभुज प्रदेशातील केंद्रपाडा जिल्ह्यात भितरकनिका(Bhitarkanika) किंवा वित्रकर्णिका राष्ट्रीय उद्यान आहे. महानदी त्रिभुज प्रदेशाच्या ईशान्य बाजूला हा भाग असून , तीन बाजूला नद्या आणि अनेक खाडीमुखे यामुळे हा त्रिभुज प्रदेश बनला आहे. याचे स्थान २८. ७३ अंश उत्तर आणि ८६. ८८ अंश पूर्व असे असून त्याची समुद्रसपाटीपासून उंची १२ मीटर आहे. याचे एकूण क्षेत्रफळ ६७२ चौ.किमी. आहे. या राष्ट्रीय उद्यानाच्या बाजूने भितरकनिका अभयारण्य वसलेले आहे. याच्या पूर्वेला ऑलिव्ह रिडले जातीच्या सागरी कासवांच्या प्रजनासाठी प्रसिद्ध असा गहिरमाथा सागरकिनारा आणि सागरी अभयारण्य आहे. १६ सप्टेंबर १९९८ रोजी भितरकनिका राष्ट्रीय उद्यान म्हणून घोषित केले गेले.

खारफुटी वनस्पतींच्या वैविध्यासाठी हे अभयारण्य प्रसिद्ध आहे. त्रिभुज प्रदेशातील वेगवेगळ्या प्रवाहात मोटारबोटीतून फिरून येथील जैवविविधता पाहता येते. ६७२ चौ.किमी क्षेत्रात पसरलेली सुंदरबन खालोखाल भितरकनिका ही भारतातील नंबर दोनची खाजणवनांनी आच्छादलेली जागा आहे. नदीच्या काठावर मगरी दिसतात. भारतातील सर्वात जास्त खाऱ्या पाण्यातील मगरी येथे आढळतात. भितरकनिका येथे दरवर्षी डिसेंबर अखेरीस मगरींची गणना होते. आत्तापर्यंत जवळपास ३००० मगरींची नोंद झाली आहे. त्यापैकी १०% मगरी १८ फुटांपेक्षा मोठ्या आकाराच्या आहेत. ही जगातील एक एकमेवाद्वितीय गोष्ट आहे. येथे ३२० जातीचे पक्षी आढळतात. खंड्या पक्ष्यांच्या आठ जाती येथे दिसतात. वीणीच्या हंगामात ओपन बिल्ड स्टार्क, इग्रेट, आयबीस यासारखे पक्षी हजारांच्या संख्येने भितरकनिका मधील खारफुटी झाडांवर घरटी बांधून अंडी घालतात. अजगरासारखे सरपटणारे प्राणी, मड स्किपर, सस्तन प्राण्यांच्या अनेक जाती यानी भितरकनिका जैवविविधतेच्या दृष्टीने समृद्ध आहे.

भूदृश्य पर्यटनासाठी महानदीच्या विस्तीर्ण त्रिभुज प्रदेशाच्या ईशान्येकडील हा भाग अतिशय आदर्श असा प्रदेश आहे.





BIOGEOSCIENCE

(Shola forests and grasslands)

शोला वने आणि शोला तृणभूमी प्रदेश

डॉ.संजीव नलावडे

सुमारे तीस वर्षांपूर्वीची गोष्ट. आम्ही एका निसर्ग शिबिरासाठी तमिळनाडूतल्या अन्नमलाईच्या (इंदिरा गांधी राष्ट्रीय उद्यान) जंगलात गेलेलो. पहिल्याच दिवशी स्थानिक गाईडबरोबर बोलताना करियन शोला, अनाकुंथी शोला, वरगळीयार शोला अशी नावे चर्चेत आली. तोपर्यंत फक्त भूगोलाच्या पुस्तकातून शोला हा शब्द विशिष्ट प्रकारच्या वनांच्या संदर्भात वाचला होता. आता प्रत्यक्ष पाहण्याची संधी होती. आमच्या सुदैवाने वरील तीनही ठिकाणांना भेट देता आली आणि शोला काय चीज आहे हे समजले.

शोला काय आहे?

शोला हा शब्द 'सोलाई' या मूळ तमिळ शब्दापासून आला असून, त्याचा अर्थ 'उष्णकटिबंधीय वर्षारण्य' असा आहे. नामवंत वनवर्गीकरण तज्ञ चैम्पियन आणि सेठ यांनी या वनप्रकाराचे वर्गीकरण 'दक्षिणी पर्वतीय आर्द्र समशीतोष्ण वन' (Southern Montane Moist Temperate Forest) असे केले आहे. या प्रकारची वने कर्नाटक, केरळ आणि तमिळनाडू या राज्यांतील निलगिरी, अन्नमलाई, पळणी टेकड्या, व अन्य पर्वत रांगांच्या वरच्या पट्ट्यात आढळतात. शोला वने, दऱ्यांच्या तळभागात जिथे पुरसा ओलावा आणि आर्द्रता असते, अशा ठिकाणी आढळतात. या प्रकारची वने साधारणपणे १,२०० मी. (४००० फू.) व त्यापेक्षा अधिक उंचीवर आढळून येतात. दरीभागात घनदाट वने आणि वरच्या उतारांवर गवताळ प्रदेश अशी शोलाची रचना असते. गवताळ उतारांना शोला तृणभूमी (गवती रान) असे म्हणतात. शोलातील वने सदाहरित प्रकारची असून, झाडे फार उंच नसतात. झाडांना अनेक फांद्या असून त्यांचा पर्णसंभार घुमटाकृती आणि दाट असतो. वनांचे दोन किंवा तीन थर असून वरचा थर घनदाट पालवीने बनलेला असतो. त्यामुळे दिवसाढवळ्या सुद्धा जमीन अंधारलेली असते. शैवाल, नेचे, हरिता यांसारख्या आधिपादपांची इथल्या वृक्षांवर रेलचेल दिसते. मूळच्या हिमालयातील असणाऱ्या न्होडोडेंड्रोन सारख्या



वनस्पती, तसेच निलगिरी ताहर हा पर्वतीय बोकडही इथला रहीवासी आहे. शोला वनांचा आकार दोन हेक्टर पासून शेकडो हेक्टर पर्यंत असतो. शोला तृणभूमी (कुरणे) पर्वतांच्या वरच्या विस्तीर्ण उतारांवर थेट माथ्यापर्यंत आढळतात. इथे गवतांच्या प्रजातींचे प्राबल्य असते. अधून मधून खुरटी झुडुपे आढळतात. या गवती उतारांचे वर्गीकरण 'पर्वतीय तृणभूमी (गवताळ प्रदेश)' असे केले जाते.

शोला वने आणि गवताळ उतारांचे महत्व काय?

आर्थिक महत्व: शोला वनप्रकाराचे आर्थिक महत्व मर्यादित होते व आहे. या वनप्रकारातील वृक्ष मंद गतीने वाढतात. त्यापासून मिळणारे लाकूड फारसे उपयुक्त नाही.

पाण्याचा उगमस्रोत: निलगिरी व दक्षिणेकडील अन्य पर्वत रांगांमधून वाहणाऱ्या कावेरी, भवानी, पेरियार, वैगाई, तांब्रपर्णी या सारख्या अनेक नद्यांचे उगम शोला वनांत आहेत. किनारी आणि मैदानी प्रदेशातील शेती आणि कोट्यवधी लोकसंख्या या नद्यांच्या पाण्यावर अवलंबून आहे. किंबहुना कावेरी त्रिभुज प्रदेशातील शेती संपन्नता बऱ्याच अंशी शोला वनांवर अवलंबून आहे. एका पर्यावरण अभ्यासकाने शोला वनांचे वर्णन 'उपरि पाण्याच्या टाक्या' (Overhead water tanks) असे केले आहे.

वन्यप्राणी आणि संपन्न जैवविविधता: शोला वने आणि गवताळ उतारांवर ५५० हून अधिक वनस्पती प्रजातींची नोंद करण्यात आली आहे. वृक्ष, वेली, झुडुपे, नेचे, गवतांचे असंख्य प्रकार इथे आढळतात. महाकाय नेचे (Giant fern) सारख्या वैशिष्ट्यपूर्ण प्रजाती इथे सापडतात. इथले प्राणी जीवनही विशेष आहे. सिंहपुच्छ माकड (Lion-tailed macaque) हे दुर्मिळ माकड शोला वनांच्या आश्रयानेच राहाते. निलगिरी ताहर व निलगिरी मार्टेन हे मूळचे हिमालयीन पण दक्षिणेकडे स्वतंत्रपणे उत्क्रांत झालेले सस्तन प्राणी अनुक्रमे शोला गवती रान व शोला जंगल यां निवासाचे रहिवासी आहेत. शोला वनांतील पक्षीजीवनही समृद्ध असून सुमारे ३०० हून अधिक प्रजातींची इथे नोंद झालेली आहे. यातील बऱ्याच प्रजाती प्रदेशनिष्ठ (Endemic) आहेत.

निसर्गातील सौंदर्याविष्कार: दरी भागातील शोला वन आणि वरच्या उतारांवर असणारे विस्तीर्ण कुरणाचे प्रदेश ही रचनाच



भन्नाट आहे. शोला वने ही घाट प्रदेशातील सौंदर्य-स्थळे आहेत.

शोला वन व तृण भूमी धोके:

१. मळेशेती आणि वृक्ष लागवड क्षेत्राचा विस्तार: शोलाच्या वरच्या उतारांवरील जंगले व गवती राने तोडून पूर्वी चहा व

कॉफीचे मळे यांची उतारांवर लागवड करण्यात आली.

२. गुरेचारण: या कुरणांना धरून अनेक समूह गेली अनेक शतके इथे स्थायिक झाले आहेत. त्यांच्या वाढत्या गुरेचारणामुळे

शोला कुरणांचा न्हास होऊ लागला.

३. विदेशी प्रजातींचा प्रसार व आक्रमण: *Ageratina adenophora*, *Cytisus scoparius*, आणि *Ulex europaeus* या

विदेशी प्रजातींचे आक्रमण, तसेच १९व्या शतकात ऑस्ट्रेलियामधून आणलेल्या ऑस्ट्रेलियन अकेशिया, युकालिप्टस, पाईन

इत्यादी विदेशी वृक्षांची, मूळचे जंगल तोडून, मोठ्या प्रमाणात केलेली लागवड, यामुळे शोला वनांचा नाश वा संकोच झाला

आहे. घाणेरी, फड्या निवडुंग, रानमारी, गाजर गवत या देशीयकृत वनस्पती प्रजातींचे आक्रमणही शोला व्यवस्थेचा न्हास करण्यास

कारणीभूत ठरल्या आहेत.

४. स्थानिक प्रजाती धोक्यात: गवताळ पट्टे नष्ट झाल्यास वा त्याचे विखंडण झाल्यास, स्थानिक वनस्पती आणि प्राणी प्रजाती

धोक्यात येण्याचा संभव. उदा. निलगिरी पिपिट ही प्रदेशनिष्ठ पक्षी प्रजाती. (पळणी टेकड्या)

५. दुर्लक्षित निवास: शोला गवतीरान, अनेक सजीवांसाठी क्रांतिक निवास आहे. मात्र हे निवास दुर्लक्षित असून, संवर्धन

प्रकल्पांत त्यांना प्राधान्यक्रम नाही. शोला कुरणांकडे गवती वैराण प्रदेश म्हणून पाहिले जाते.

६. वणवा: तणांचा उपद्रव नको म्हणून दरवर्षी इथल्या कुरणांना आगी लावल्या जातात. यात स्थानिक झुडपी वनस्पतींचा नाश

होतो. अशा आगींमुळे दरीकडून वरच्या उतारांकडे वाढू पाहणाऱ्या वनांना अटकाव होतो, त्यांचे पुनरुज्जीवन अशक्य होते.

७. जळणासाठी लाकडाची तोड, पूर्वी खूप होत असते. सध्या ती नियंत्रणात आहे.

८. पर्यटन विकास: उधगमंडलम, कोडाई कनाल, मुन्नार ही थंड हवेची ठिकाणे, तसेच अन्नमलाई सारखे अभयप्रदेश, यांभोवती

पर्यटन केंद्रित झाले असून; पर्यटक व वाहनांची गर्दी, त्यामुळे होणारी वाहतूक कोंडी व प्रदूषण, प्लास्टिक कचऱ्याची निर्मिती या

काही समस्या निर्माण झाल्या आहेत. या सर्वांचा एकत्रित परिणाम म्हणजे निलगिरी बायोस्फिअर संरक्षित क्षेत्रातील

भूमीउपयोजन खालील प्रमाणे बदलले (आकडेवारी कालावधी १८४९-१९९२)

- शोला वनांच्या क्षेत्रात सुमारे ५१ टक्क्यांची घट.

- शोला कुरणे सुमारे ८४ टक्क्यांनी कमी.
- पारंपारिक शेती क्षेत्रात सुमारे ३८ टक्के घट.
- चहाचे मळे, ऑस्ट्रेलियन बाभूळ आणि युकैलिप्टस यांच्या लागवड क्षेत्रात १०० टक्के वाढ.

शोला संवर्धनाची गरज काय?

शोला वनप्रकार अति संवेदनशील आहे. एकदा का मूळ निवास नष्ट झाला तर परत त्याचे पुनरुज्जीवन कठीण. शोला वनांच्या

संवर्धनामुळे कावेरी त्रिभुज प्रदेशातील पाणी टंचाई कायमची संपण्यास मदत होऊ शकते. कडे कोसळणे, भूस्खलन या समस्यां

काही प्रमाणात नियंत्रित होतील. तसेच इथली वैशिष्ट्यपूर्ण जैवविविधता टिकून राहील.

- संबंधित राज्य सरकारांनी १९८७ मध्ये ऑस्ट्रेलियन बाभूळ आणि युकैलिप्टस यांच्या लागवडीवर बंदी

घातली. नैसर्गिक अधिवासांची पुनर्स्थापना व जैवविविधता संवर्धन यास महत्व देण्याचे ठरले.

- डोंगर क्षेत्र विकास कार्यक्रमांतर्गत अवनत क्षेत्रावर मोठ्या प्रमाणावर स्थानिक प्रजातींच्या रोपांची लागवड

करण्यात येऊन, वननिर्मितीचा प्रयत्न चालू झाला. लागवड-क्षेत्र भोवती भक्कम कुंपण घालून सुरक्षित करण्यात आले.

- निलगिरी पर्वतीय प्रदेशात विशेष शोला वन संरक्षण समित्या स्थापन करण्यात आल्या. या समित्यांत स्थानिक

शिक्षक, विद्यार्थी, निसर्ग प्रेमी, पर्यावरणतज्ञ आणि ग्रामस्थ यांना सहभागी करण्यात आले आहे. सर्वांच्या सहभागातून शोला वने

आणि कुरणातील प्लास्टिक गोळा करणे, विदेशी प्रजाती उपटून नष्ट करणे, शोला वनांविषयी जागृती निर्माण करणे इत्यादी कामे

करण्यात आली.

- वन खात्याने शोला वनांच्या परिसरात राहणाऱ्या कुटुंबांना स्वयंपाक-गैस वाटप केले. यामुळे लोकांचे

वनांवरील अवलंबित्व कमी होऊन वनातील ये-जा व जळणासाठीची तोड कमी झाली. परिणामी वनांचे पुरज्जीवन गतिमान

होऊन वन्य प्राण्यांचा वावर काही प्रमाणात वाढला.

शोला वने आणि कुरणे यांचे संरक्षण, संवर्धन आणि पुनरुज्जीवन लोक सहभागाशिवाय शक्य नाही.



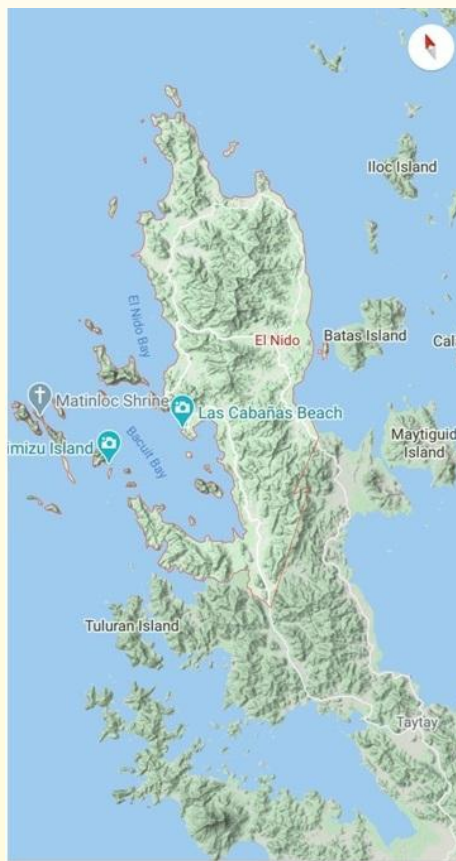
शोला वन आणि तृणभूमी
(आभार: Wikipedia.org)

EARTH MARVELS

(Compiled by Dr. Tushar Shitole)

El Nido, Philippines

Situated in Bacuit Bay, El Nido, covering a land area of 465.1 square kilometres (179.6 sq mi) in the northernmost tip of mainland Palawan, is bordered by the Linapacan Strait in the north, the Sulu Sea in the east, and the South China Sea in the west. It is composed of 45 islands and islets, each has its own unique geological formations. The highest peak is at Cadlao Island, towering up to 640 metres (2,100 ft) above sea level.



Together with Sulu Archipelago, Sabah, and South China Sea, El Nido, being part of Palawan, is located in the tectonically active and seismically active Sunda Plate, a plate that is entirely separate from the Philippine Mobile Belt to which the rest of the Philippines belongs. The

Permian to Paleogene rocks and limestone cliffs of El Nido are similar to those that can be found in Ha Long Bay in Vietnam, Guilin in China, as well as Krabi in Thailand, all of which are part of the Sunda Plate.

